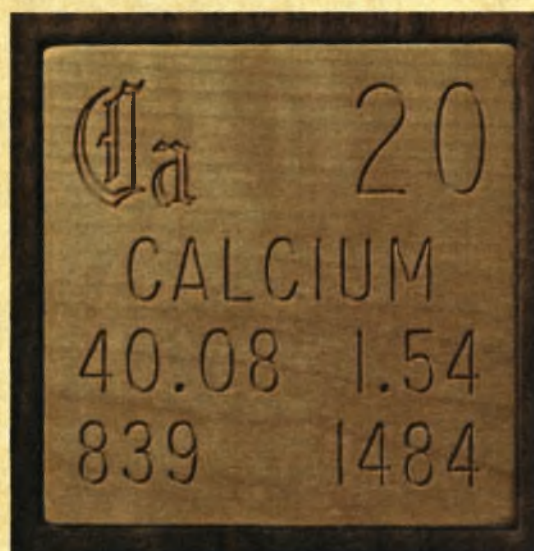


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

| |
|--|
| ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ |
| Αριθμ. Πρωτοκ. 319 |
| Ημερ. 4-10-10 |

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ



<<Μελέτη των επιπέδων μαγνησίου, ασβεστίου και σιδήρου σε εδάφη και σε
βαμβάκι(Gossypium hirsutum) στην περιοχή του Αλμυρού Ν. Μαγνησίας.
Απεικόνιση της χωρικής παραλλακτικότητας των στοιχείων αυτών με GIS>>

ΒΟΛΟΣ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2010

Καράμπελας Αθανάσιος

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ: ΚΑΡΑΜΠΕΛΑΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ

<<ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΜΑΓΝΗΣΙΟΥ, ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ ΚΑΙ ΣΙΔΗΡΟΥ ΣΕ
ΕΔΑΦΗ ΚΑΙ ΣΕ ΒΑΜΒΑΚΙ(GOSSYPIUM HIRSUTUM) ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ
ΑΛΜΥΡΟΥ Ν. ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ.

ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΗΣ ΧΩΡΙΚΗΣ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ
ΑΥΤΩΝ ΜΕ GIS.>>

Η τριμελής επιτροπή αποτελείται από τους:

- 1.Α Δημήτρου, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, Επιβλέπουσα Καθηγήτρια
- 2.Ν. Τσιρόπουλο, Αναπληρωτή Καθηγητή Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, μέλος Συμβουλευτικής Επιτροπής
- 3.Δρ. Γκόλια Ε.Ε., Διδάσκουσα με Π.Δ 407/80, Μέλος Συμβουλευτικής Επιτροπής

ΒΟΛΟΣ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2010



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 9089/1
Ημερ. Εισ.: 11-11-2010
Δωρεά: Συγγραφέας
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ – ΦΠΑΠ
2010
ΚΑΡ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θεωρώ υποχρέωση μου να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα Καθηγήτριά μου Α. Δημήρκου, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος και διευθύντρια του Εργαστηρίου Εδαφολογίας για την πολύτιμη βοήθεια και αμέριστη συμπαράσταση κατά την διάρκεια των σπουδών μου. Η συμβολή της υπήρξε καθοριστική στη συγγραφή της και επιτυχή ολοκλήρωση της παρούσας προπτυχιακής διατριβής.

Θερμά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δρ. Σταμάτη Φλωρά, μέλος Συμβουλευτικής Επιτροπής, για την πολύτιμη και ουσιαστική βοήθεια που μου παρείχε όλα αυτά τα χρόνια με την διδασκαλία και εκπαίδευση στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών καθώς και για τις σημαντικές διορθώσεις και επισημάνσεις που ήταν απαραίτητες για την ολοκλήρωση της παρούσας διατριβής. Επίσης, η παρούσα διατριβή θα ήταν ανέφικτη χωρίς την συνδρομή του Δρ. Σταμάτη Φλωρά κατά την διαδικασία της λήψης των εδαφικών δειγμάτων.

Θεωρώ υποχρέωσή μου να ευχαριστήσω θερμά την Δρ. Ευαγγελία Γκόλια, μέλος Συμβουλευτικής Επιτροπής, Διδάσκουσα με Π.Δ. 407/80 που μου συμπαραστάθηκε και ήταν δίπλα μου σε όλη την διάρκεια των σπουδών μου και με τις χρήσιμες συμβουλές, μου παρείχε πολύτιμη βοήθεια.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σε σύνολο 251 δειγμάτων που παρελήφθησαν από την περιοχή του Αλμυρού του Νομού Μαγνησίας έγινε προσδιορισμός της συγκέντρωσης του μαγνησίου, του ασβεστίου και του σιδήρου. Τα εδαφικά δείγματα και τα δείγματα αεροξηράνθηκαν, και διήλθαν σε κόσκινο διαμέτρου 2 mm. Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης του μαγνησίου, ασβεστίου και σιδήρου έγινε με τις μεθόδους OLSEN και BRAY.

Στην συνέχεια τα στοιχεία των συγκεντρώσεων περάστηκαν σε βάση δεδομένων του προγράμματος ArcGIS v 9.1 και πραγματοποιήθηκε γεωστατιστική ανάλυση των δεδομένων βάση μοντέλων του προγράμματος. Τα αποτελέσματα απεικονίστηκαν σε θεματικούς χάρτες όπου δείχνεται η χωρική παραλλακτικότητα του μαγνησίου, του ασβεστίου και του σιδήρου στην περιοχή του Αλμυρού.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο-ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΜΑΓΝΗΣΙΟΥ, ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ, ΣΙΔΗΡΟΥ ΣΤΟ ΕΛΑΦΟΣ ΚΑΙ ΣΤΟ ΒΑΜΒΑΚΙ

| | |
|--|----|
| Το Μαγνήσιο στο έδαφος..... | 6 |
| Το Ασβέστιο στο έδαφος..... | 9 |
| Βελτίωση ασβεστούχων εδαφών..... | 12 |
| Ο Σίδηρος στο έδαφος..... | 15 |
| Παράγοντες που επηρεάζουν την διαθεσιμότητα σιδήρου..... | 17 |
| Θρέψη και λίπανση βαμβακιού..... | 19 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο –ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΚΑΙ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ

| | |
|---|----|
| Δειγματοληψία..... | 23 |
| Εργαστηριακές αναλύσεις των εδαφικών δειγμάτων..... | 25 |
| Προσδιορισμός του pH..... | 25 |
| Προσδιορισμός της ηλεκτρικής αγωγιμότητας E.C(Electrical Conductivity)..... | 26 |
| Προσδιορισμός της οργανικής ουσίας..... | 27 |
| Προσδιορισμός των στοιχείων μαγνησίου, ασβεστίου και σιδήρου με τη μέθοδο της Ατομικής Απορρόφησης..... | 29 |
| Αρχές φασματοσκοπίας Ατομικής Απορρόφησης..... | 29 |
| Μεθοδολογία Ποσοτικού Προσδιορισμού των στοιχείων μαγνησίου, ασβεστίου και σιδήρου με τη μέθοδο της Ατομικής Απορρόφησης..... | 30 |
| Ψηφιακοί θεματικοί χάρτες..... | 30 |
| Προσδιορισμός λαθών από την ψηφιοποίηση..... | 31 |
| Σύστημα προβολής χαρτών..... | 33 |
| Εφαρμογή του ArcGIS 9.1 Desktop..... | 33 |
| ArcGIS Geostatistical 9.1 Desktop..... | 34 |
| Εξέταση της χωρικής παραλλακτικότητας των δεδομένων..... | 36 |

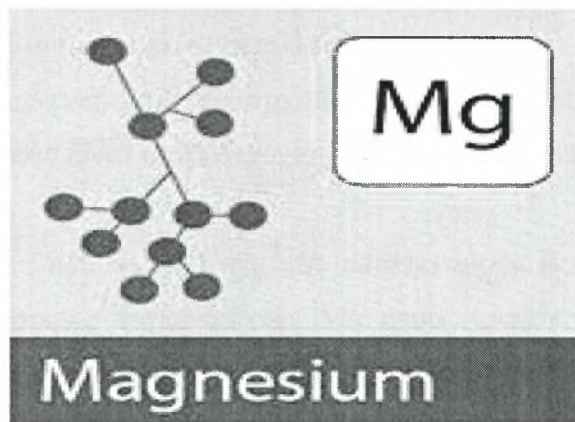
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο- ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

| | |
|-------------------|----|
| ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ..... | 38 |
| ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ..... | 52 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... | 53 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Το μαγνήσιο στο έδαφος

Το **μαγνήσιο** είναι το χημικό στοιχείο με ατομικό αριθμό δώδεκα (12) και χημικό σύμβολο **Mg**. Ο συνηθισμένος βαθμός οξείδωσης του είναι +2. Πρόκειται για ένα μέταλλο αλκαλικών γαιών, το όγδοο (8^ο) κατά σειρά αφθονίας στο φλοιό της Γης (2% κατά βάρος) και το ένατο (9^ο) γενικά στο σύμπαν. Το τελευταίο οφείλεται στο γεγονός ότι σχετικά εύκολα παράγεται από τα υπερκαινοφανή άστρα από την κύρια σειρά πυρινικών συντήξεων: υδρογόνο → ήλιο → άνθρακας → μαγνήσιο. Η μεγάλη διαλυτότητα του ιόντος του (Mg^{2+}) στο νερό, το κάνει ακόμη το τρίτο (3^ο) πιο άφθονο διαλυμένο ιόν του θαλασσινού νερού, μετά από αυτά του νατρίου (Na^{+}) και του χλωρίου (Cl^{-}), φυσικά.



Τα ελεύθερο στοιχείο δεν βρίσκεται στη Γη, επειδή είναι πολύ δραστικό όταν παράγεται, αν και όταν εκτείνεται στην ατμόσφαιρα επικαλύπτεται με ένα λεπτό στρώμα οξειδίου του (MgO) που προστατεύει το εσωτερικό του από την παρά πέρα οξείδωση και γενικά περιορίζει κάπως τη δραστικότητά του. Με την έκθεσή του ωστόσο σε καθαρό οξυγόνο (O_2) αναφλέγεται εκπέμποντας χαρακτηριστικό έντονο φως, καθιστώντας το ένα χρήσιμο συστατικό για φωτοβολίδες και πυροτεχνήματα. Το μέταλλο πλέον παράγεται κυρίως με ηλεκτρόλυση αλάτων του που παραλαμβάνονται από τη θαλάσσια άλμη και από το δολομίτη.

Το μαγνήσιο είναι ένα συστατικό πολλών πρωτογενών και δευτερογενών ανόργανων συστατικών του εδάφους, το οποίο είναι ουσιαστικά αδιάλυτο, για τα γεωργικά ζητήματα. Τα υλικά αυτά αποτελούν τις πηγές του διαλυτού ή διαθέσιμες μορφές Mg. Το Μαγνήσιο συναντάται επίσης σε σχετικά διαλυτή μορφή, και βρίσκεται σε ιοντική μορφή (Mg^{++}) προσχωρημένο σε εδαφικό κολλοειδές συγκρότημα. Η ιοντική μορφή του θεωρείται ότι είναι στη διάθεση των καλλιεργειών.

Στα εδάφη το Μα βρίσκεται σαν μαγνησίτης (MaO_3) ή σαν δολομίτης ($MaO_3 \cdot 3H_2O$). Σε ξηρές περιοχές βρίσκεται υπό τη μορφή Ma_5O_4 . Το Μα απαντάται και σαν συστατικό πολλών δευτερογενών ορυκτών (βερμικουλίτης, ιλλίτης, μοντμοριλλονίτης κ.α.).

Η κατανομή του μαγνησίου (Ma) στα εδάφη είναι παραπλήσια της κατανομής του καλίου (K) και διακρίνεται σε ανταλλάξιμο, μη ανταλλάξιμο και διαλυτό μαγνήσιο (Ma). Οι τρεις μορφές του Μα βρίσκονται σε ισορροπία μεταξύ τους.

Διαλυτό \Leftrightarrow ανταλλάξιμο \Leftrightarrow μη ανταλλάξιμο

Οι τιμές συγκέντρωσης Μα στο εδαφοδιάλυμα κυμαίνονται από 2-5 ppm. Το ποσό του Μα που είναι συνδεδεμένο με την οργανική ουσία είναι <1% του ολικού εδαφικού Μα.

Το Μα είναι από τα κατιόντα που υπόκεινται σε έκπλυση με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις Μα στους κατώτερους ορίζοντες. Αποτελεί συστατικό της χλωροφύλλης και μάλιστα αντιπροσωπεύει το 10% του ολικού Μα στα φύλλα. Η περιεκτικότητα των φύλλων σε Μα είναι =0,5% επί της ξηράς ουσίας.

Το Μα είναι ενεργοποιητής πολλών ενζύμων καθώς επίσης και μεταφορέας φωσφορικών ιόντων εντός του φυτού. Προσλαμβάνεται από τα φυτά σε μικρότερες ποσότητες από ό,τι το 03^{2+} και το K^+ . Απορροφάται παθητικά υπό μορφή ιόντων Ma^{2+} . Ανταγωνισμός μεταξύ των κατιόντων επηρεάζει την απορρόφηση Μα και μπορεί να οδηγήσει στην τροφопενία Μα. Έτσι η μέγιστη τιμή απορρόφησης του εξαρτάται από τα επίπεδα συγκέντρωσης K^+ , NH_4^+ και 03^{2+} του εδαφοδιαλύματος στην επιφάνεια της ρίζας.

Ο μηχανισμός ανταγωνισμού Ma^{2+} - NH_4^+ δεν είναι γνωστός. Πιθανόν να εξαρτάται από την απελευθέρωση ιόντων H^+ κατά την απορρόφηση NH_4^+ . Διαπιστώθηκε ότι η παρουσία NH_4^+ μειώνει την απορρόφηση Ma^{2+} και μάλιστα σε μεγαλύτερο βαθμό

από ό,τι μειώνει την απορρόφηση K^+ .όταν αυξάνεται η ταχύτητα διαπνοής αυξάνεται και η απορρόφηση Ma , όταν η συγκέντρωση στο διάλυμα είναι 30 ιτ6ς/Ι. Όταν όμως η συγκέντρωση είναι 1 Γπβς/Ι δεν διαπιστώνεται αύξηση της απορρόφησης. Παρόμοια συμπεράσματα αναφέρουν και για το ασβέστιο. Υψηλές συγκεντρώσεις Ma στο εδαφοδιάλυμα έχουν σαν αποτέλεσμα την παθητική μεταφορά του Ma , ενώ σε χαμηλές συγκεντρώσεις απαιτείται κατανάλωση ενέργειας για μεταφορά του Ma .

Το κάλιο επιδρά στην απορρόφηση του Ma . Αύξηση του επιπέδου καλίου στο εδαφοδιάλυμα προκαλεί μείωση απορρόφησης τόσο του Ma^{2+} όσο και του $O3^{2+}$. Δεδομένα πολλών εργασιών πάνω στην επίδραση απορρόφησης Ma^{2+} από την παρουσία K^+ δείχνουν ότι η πρόσθεση καλίου μειώνει την απορρόφηση Ma στο μισό περίπου από ό,τι ήταν πριν την πρόσθεση.

Το επίπεδο του ασβεστίου επηρεάζει την απορρόφηση Ma ,· Όσο μεγαλύτερος είναι ο λόγος $O3/Ma$ τόσο μειώνεται η απορρόφηση του.

Το pH , είναι ένας άλλος παράγοντας που επιδρά πάνω στην απορρόφηση του Mg^{2+} . Σε όξινα pH έχουμε μείωση απορρόφησης αυτού.

Άλλος παράγοντας που επηρεάζει την απορρόφηση Mg , είναι η θερμοκρασία. Αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί αύξηση ταχύτητας απορρόφησης Ma^{2+} . Το Ma είναι ευκίνητο κατιόν και λόγω της ιδιότητας αυτής συμπτώματα έλλειψης μαγνησίου εμφανίζονται πρώτα σε παλαιότερα φύλλα και κατόπιν επεκτείνονται στα νεώτερα. Η ποικιλία των συμπτωμάτων των διαφόρων φυτικών ειδών σε έλλειψη Ma είναι τόσο πολύ μεγάλη ώστε μια γενική περιγραφή συμπτωμάτων έλλειψης Ma είναι πολύ δυσκολότερη από την περιγραφή συμπτωμάτων έλλειψης άλλων θρεπτικών στοιχείων.

Το πιο κοινό σύμπτωμα έλλειψης μαγνησίου σε πάρα πολλά φυτά είναι η εμφάνιση στα κατώτερα φύλλα των βλαστών μεσονεύριου χλώρωσης, η οποία αρχικά αφήνει κατά χαρακτηριστικό τρόπο άθικτη μία τριγωνική περιοχή, με άξονα συμμετρίας το κεντρικό νεύρο του φύλλου

Το ασβέστιο στο έδαφος

Η μέση περιεκτικότητα σε ασβέστιο της κρούστας της γης είναι περίπου 3,6%

Π/ν. 1. Μέση χημική σύσταση της κρούστας της γης έως βάθους 16 Km

| ο | Στοιχείο | % Βάρος | % Όγκο | Στοιχείο | % Βάρος | % Όγκο |
|---|----------|------------|-----------|----------|------------|-----------|
| | O | 46.46 | 91.77 | H | 0.14 | 0.06 |
| | Si | 27.61 | 0.80 | P | 0.12 | - |
| | Al | 8.07 | 0.76 | C | 0.09 | 0.01 |
| | Fe | 5.06 | 0.68 | Mη | 0.09 | - |
| | Ca | 3.64 | 1.48 | S | 0.06 | - |
| | Na | 2.75 | 1.60 | Cl | 0.05 | 0.04 |
| | K | 2.58 | 2.14 | Br. | 0.04 | - |
| | Mg | 2.07 | 0.56 | F | 0.03 | - |
| | Ti | 0.62 | | Όλα τα | 0.52 | 0.10 |
| | | | | υπόλοιπα | | |

και το ασβέστιο είναι το 5^ο στοιχείο κατά σειρά αφθονίας.

Τα μη ασβεστούχα, εύκολα όμως αποσαθρούμενα, εδάφη περιέχουν λιγότερο από 1% σε ασβέστιο. Στα ασβεστούχα εδάφη, το ασβέστιο βρίσκεται κυρίως υπό μορφή καλσίτη CaCO_3 και δολομίτη $\text{CaCO}_3\text{MgCO}_3$. Επίσης πολλές μορφές του απατίτη περιέχουν ασβέστιο. Το επί τοις % ποσοστό του Ca πολλών εδαφών εξαρτάται από το μητρικό υλικό, το βαθμό αποσάθρωσης τους και το βαθμό έκπλυσης που έχουν υποστεί. Εδάφη προερχόμενα από ασβεστόλιθο ή μάργα είναι συνήθως πλούσια σε ασβέστιο.

Τα φυτά προσλαμβάνουν το ασβέστιο υπό μορφή ιόντων Ca^{2+} από το εδαφικό διάλυμα και η απορρόφηση του γίνεται με παθητική μεταφορά. Μέσα στο φυτό το ασβέστιο κινείται ανοδικά με το «ρεύμα» διαπνοής. Η ένταση διαπνοής ελέγχει επομένως την προς τα πάνω κίνηση των Ca^{2+} . Διάφοροι ερευνητές διαπίστωσαν ότι, όταν η υγρασία του αέρα ήταν υψηλή (μικρή ένταση διαπνοής), παρουσιάζονταν μείωση της προς τα πάνω κίνησης του Ca^{2+} . Η ταχύτητα κίνησης Ca^{2+} από τα ανώτερα μέρη του φυτού στα κατώτερα είναι πολύ μικρή και τούτο λόγω του

γεγονότος ότι το ασβέστιο μετακινείται μόνο σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις στους ηθμώδεις ιστούς. Πα τα Ca^{2+} ο κύριος μηχανισμός μεταφοράς προς την επιφάνεια ρίζας είναι η μαζική ροή (mass flow). Το ασβέστιο αποτίθεται στα παλιότερα φύλλα του φυτού και δεν μπορεί να μετακινηθεί στα αναπτυσσόμενα άκρα (φύλλα ή ρίζα). Έτσι τα νεαρά φύλλα δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν το ασβέστιο των παλαιότερων φύλλων, σε περίπτωση έλλειψης ασβεστίου. Επομένως τα συμπτώματα τροφопενίας ασβεστίου θα εμφανίζονται αρχικά στα νεαρά φύλλα.

Όπως είπαμε και πιο πάνω η συγκέντρωση Ca^{2+} στους ηθμώδεις ιστούς (ηθμώδες παρέκχυμα) είναι πολύ μικρή, με αποτέλεσμα να έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε ασβέστιο όσα όργανα του φυτού εφοδιάζονται με θρεπτικά στοιχεία από το ηθμώδες παρέκχυμα. Λόγω όμως της υψηλής περιεκτικότητας του ηθμώδους παρεκχύματος σε K^+ τα όργανα αυτά του φυτού έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε Κάλιο. Η σχέση αυτή είναι ιδιαίτερα καταφανής όταν περιεκτικότητες των φύλλων σε K^+ και Ca^{2+} συγκρίνονται με εκείνες των αποθησαυριστικών οργάνων και φρούτων. Ο ανεπαρκής εφοδιασμός των φρούτων και αποθησαυριστικών οργάνων με Ca^{2+} μπορεί να είναι αποτέλεσμα έλλειψης Ca^{2+} .

Τα ανώτερα φυτά συχνά περιέχουν ασβέστιο σε ποσότητες σχετικά μεγάλες και μάλιστα της τάξεως των 5 - 30 mg Ca/g/dm² (μονάδα επιφανείας της ρίζας). Η υψηλή αυτή συγκέντρωση είναι αποτέλεσμα της μεγάλης συγκέντρωσης στο διάλυμα κυρίως και όχι της απορροφητικής ικανότητας των κυττάρων της ρίζας στην απορρόφηση ασβεστίου.

Γενικά η συγκέντρωση Ca^{2+} στο διάλυμα είναι 10 φορές μεγαλύτερη απ' ό,τι του K^+ . Η ταχύτητα απορρόφησης του Ca^{2+} είναι μικρότερη του K^+ και αυτό οφείλεται στο ότι ιόντα ασβεστίου μπορούν να απορροφηθούν μόνο από νεαρά ριζικά τριχίδια.

Η απορρόφηση του Ca^{2+} επηρεάζεται από τον ανταγωνισμό του με άλλα κατιόντα, όπως το K^+ , το NH_4^+ και το Mg^{2+} . Η απορρόφηση Ca^{2+} αυξάνει αυξανόμενης της συγκέντρωσης του εδαφοδιαλύματος σε Ca^{2+} .

Όταν η συγκέντρωση του διαλύματος ήταν 15 mM σε ασβέστιο, βρέθηκε ότι η ταχύτητα απορρόφησης αυξανόταν γραμμικά με την ταχύτητα διαπνοής. Όταν όμως η συγκέντρωση στο διάλυμα ήταν 0,5 mM, η διαπνοή δεν είχε καμία επίδραση στην απορρόφηση Ca^{2+} . Στο ίδιο αποτέλεσμα κατέληξαν και με το μαγνήσιο.

Αυξανόμενης της συγκέντρωσης K^+ και NH_4^+ στο εδαφοδιάλυμα, έχουμε μείωση της απορρόφησης Ca^{2+} . Η μείωση απορρόφησης του Ca^{2+} είναι μικρότερη και από αυτή του Mg^{2+} .



Σε εδαφικά συστήματα με $\text{pH} > 5$ η συγκέντρωση του ασβεστίου είναι υψηλή συγκρινόμενη με τη συγκέντρωση ιόντων H^+ . Πιθανόν το pH να έχει μικρή επίδραση στην απορρόφηση ασβεστίου.

Το ασβέστιο επηρεάζει την απορρόφηση πολλών ανιόντων. Διαπιστώθηκε ότι έλλειψη ασβεστίου συνοδευόταν με μείωση απορρόφησης φωσφόρου (P), νιτρικών (NO_3^-) και βρώμιου (Br). Το ΟΤρονιο (Sr) και το Ca, βρίσκονται στην ίδια ομάδα του περιοδικού συστήματος και έχουν την ίδια χημική συμπεριφορά. Το Sr^{2+} όμως δεν μπορεί να υποκαταστήσει το Ca^{2+} σε φυσιολογικές διαδικασίες που παίρνει μέρος το Ca^{2+} . Υψηλές συγκεντρώσεις Sr^{2+} είναι τοξικές για τα φυτά και μάλιστα τα συμπτώματα εμφανίζονται πρώτα στα παλιά φύλλα, τα οποία γίνονται καφέ και νεκρωτικά. Η απορρόφηση του Sr^{2+} περιορίζεται από την παρουσία Ca^{2+} . Σε έλλειψη όμως Ca^{2+} στο διάλυμα και παρουσία Sr^{2+} τα φυτά δεν κάνουν διάκριση και απορροφούν στρόντιο.

Το ασβέστιο παίζει σημαντικό ρόλο στην περατότητα μεμβρανών και στη διατήρηση της ακεραιότητας του κυττάρου. Έλλειψη ασβεστίου εκδηλώνεται με αναστολή της ανάπτυξης των ακραίων οφθαλμών και ακροριζίων, οπότε τα φυτά παραμένουν νάνα και καχεκτικά, τα δε ακραία φύλλα τους έχουν σε πολλές περιπτώσεις μία

χαρακτηριστική μορφή "γάντζου". Έλλειψη ασβεστίου παρατηρείται κυρίως σε ισχυρά όξινα εδάφη, οπότε έχουμε μάλλον τοξικότητες αργιλίου παρά εμφάνιση τροφοπενιών Ca^{2+} .

Βελτίωση ασβεστούχων εδαφών

Ασβεστούχα εδάφη θεωρούνται εκείνα τα οποία περιέχουν ανθρακικό ασβέστιο (άλας CaCO_3) σε ποσοστό άνω του δέκα τοις εκατό (10%). Η υπέρβαση αυτού του ορίου επηρεάζει τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους το οποίο έχει υψηλό pH, τη διαθεσιμότητα και απορρόφηση των αναγκαίων θρεπτικών στοιχείων για την ομαλή ανάπτυξη των φυτών, καθώς επίσης και την υδατική ισορροπία. Κάτω από το όριο του 10% τα εδάφη δεν έχουν ιδιαίτερο πρόβλημα με δυσμενή διαμόρφωση των φυσικοχημικών ιδιοτήτων τους.

Τέτοιου είδους εδάφη εμφανίζονται συχνότερα σε περιοχές με λίγες βροχοπτώσεις, υψηλές θερμοκρασίες και μεγάλη εξάτμιση νερού από το έδαφος. Στην Ελλάδα και ιδιαιτέρως τα νοτιότερα τμήματά της απαντώνται συχνά αυτές οι προϋποθέσεις και ως εκ τούτου η χώρα μας σε γενικές γραμμές χαρακτηρίζεται από ένα υψηλό ποσοστό ασβεστούχων εδαφών.

Το ασβέστιο (Ca) το οποίο μεταξύ άλλων αποτελεί συστατικό των κυτταρικών τοιχωμάτων, είναι ένα χρήσιμο στοιχείο για τη ζωή των φυτών και συμβάλλει στη βελτίωση των ποσοτικών ή ποιοτικών χαρακτηριστικών των καρπών στον κήπο. Στο εσωτερικό των φυτών δεν μετακινείται εύκολα και για αυτό οι παλαιότεροι ιστοί είναι πιο πλούσιοι σε συγκέντρωση ασβεστίου.



Τα ασβεστούχα εδάφη δημιουργούν προβλήματα σε πολλά από τα καλλιεργούμενα φυτά στον κήπο και ιδιαιτέρως εκείνα τα οποία προτιμούν όξινα ή υπόξινα εδαφικά υποστρώματα. Οι πιο χαρακτηριστικές ανωμαλίες που οφείλονται σε ασβεστούχα εδάφη είναι: α') Επιτάχυνση της απώλειας αζώτου όταν χορηγούνται αμμωνιακά λιπάσματα, β') Αντίδραση του φωσφόρου με την παρουσία πλεονάζοντος ασβεστίου η οποία προξενεί χημικές ενώσεις με κάποιον υψηλό ή χαμηλό βαθμό αδιαλυτότητας με επίπτωση να μην είναι αξιοποιήσιμος από τα φυτά που κοσμούν τον κήπο μας, γ') Πολλά θρεπτικά στοιχεία του εδάφους δεν διαλύονται εύκολα και τα φυτά δεν μπορούν να τα αξιοποιήσουν δ') Το επιφανειακό στρώμα του εδάφους σκληραίνει (πετσιάζει) με επίπτωση να μην μπορεί να συγκρατεί επαρκή υγρασία και να παρεμποδίζει την ομαλή ανταλλαγή αερίων με το περιβάλλον. Για αυτό καλό θα ήταν να εμπλουτίζεται το έδαφος με οργανική ουσία σε ποσοστό που να ξεπερνάει το τέσσερα τοις εκατό (4%) της εδαφικής μάζας, να προστίθεται κατά την επεξεργασία του εδάφους αρκετή ποσότητα περλίτη, το πότισμα να γίνεται συχνότερα με μικρότερες ποσότητες με σταλλάκτες μικροπαροχής ύδατος, να υπολογίζονται με όσο το δυνατό μεγαλύτερη ακρίβεια τα θρεπτικά στοιχεία που χορηγούνται στα φυτά και να διατηρείται σταθερή υγρασία (νοτισμός) στο έδαφος για να μην ξηραίνεται.

Η βελτίωση των ασβεστούχων εδαφών στους κήπους είναι μία δύσκολη διαδικασία και έχει πρόσκαιρα αποτελέσματα. Είναι ευνόητο ότι για να γνωρίζουμε επακριβώς τη σύσταση του εδάφους στον κήπο μας χρειαζόμαστε εργαστηριακή εδαφολογική ανάλυση. Σαν εμπειρική ερασιτεχνική ένδειξη του πόσο ασβέστη έχει ο κήπος μας μπορούμε να παρατηρήσουμε πόσο πολύ θα αφρίσει εάν στάξουμε το χυμό ενός λεμονιού σε ξηρό χώμα.

Επειδή η πρόληψη διαδραματίζει σπουδαίο ρόλο ενδείκνυται πριν εγκαταστήσουμε τα φυτά στον κήπο να εμπλουτίζουμε το έδαφος με μεγάλες ποσότητες όξινης οργανικής ουσίας (πχ ξανθιά τύρφη). Από τη μεριά μας κατ' αρχήν οφείλουμε οπωσδήποτε να γνωρίζουμε την ποιότητα του νερού της αρδεύσεως που χρησιμοποιείται στον κήπο μας διότι τα ακατάλληλα νερά όπως τα αλατούχα, θα επιδεινώσουν το πρόβλημα, ενώ χρειάζεται να λαμβάνεται μέριμνα από την αρχή ώστε να επιλέγονται φυτά με ανθεκτικότητα σε τέτοια χαρακτηριστικά εδάφη. Η λίπανση καλό θα ήταν να γίνεται με ακριβή δοσολογία και επαγγελματικό τρόπο που

θα συμπεριλαμβάνει προϊόντα τα οποία βοηθάνε στο να μειώνεται η οξύτητα του εδάφους, όπως για παράδειγμα η θειική αμμωνία ή το φωσφορικό μονοαμμώνιο. Σε αυτό το σημείο αξίζει να τονίσουμε ότι το θείο μπορεί να βοηθήσει στη βελτίωση ενός ασβεστούχου εδάφους. Ενδεικτικώς αναφέρουμε ότι ανά εκατό τετραγωνικά μέτρα (100 m^2) εδάφους με οργανική ουσία περίπου δύο τοις εκατό (2%) προκειμένου να μειωθεί το pH από 8 μονάδες σε 6,5 μονάδες για βάθος εδάφους περίπου τριάντα εκατοστά (30 cm) χρειάζονται δώδεκα έως δεκατρία κιλά (12 – 13 Kgr) θειάφι στα αμμώδη εδάφη ή είκοσι έως είκοσι δύο κιλά (20 – 22 Kgr) στα αργιλώδη εδάφη. Ομοίως, για να μεταβληθεί το pH από 7,5 μονάδες σε 6,5 μονάδες χρειάζονται αντιστοίχως πέντε έως έξι κιλά (5 – 6 Kgr) και δέκα έως ένδεκα κιλά (10 – 11 Kgr) θειάφι.

Ο Σίδηρος στο έδαφος

Ο σίδηρος αποτελεί το 5,1% της κρούστας της γης (Πιν. 1). Το μεγαλύτερο μέρος του εδαφικού σιδήρου βρίσκεται στο πλέγμα ποικίλων πρωτογενών και δευτερογενών αργιλικών ορυκτών. Συνήθως απαντάται υπό τις εξής μορφές:

- 1) Σαν συστατικό του πλέγματος των 2:1 αργιλικών ορυκτών.
- 2) Σαν συστατικό του πλέγματος των πρωτογενών σιδηρομαγνησιούχων ορυκτών όπως ο ολιβίνης, οι πυρόξενοι κ.ά.
- 3) Σαν συστατικό σιδηρούχων ανθρακικών και φωσφορικών αλάτων.
- 4) Στα ελεύθερα οξείδια του σιδήρου, όπως ο αιματίτης (Fe_2O_3), ο γκαιτίτης ($\gamma\text{-FeOOH}$) και ο λεπιδохρωσίτης. Ο σίδηρος κατά τη διάρκεια της εδαφογένεσης μπορεί να συγκεντρώνεται ή να υπόκειται σε έκπλυση μέσα στο εδαφικό σύστημα. Έτσι η συγκέντρωση του στο έδαφος ποικίλει από 0,7 -55%, με μέσο όρο περίπου 3,8%. Η διαλυτότητα των περισσοτέρων μορφών σιδήρου είναι πάρα πολύ μικρή. Κάτω από αερόβιες συνθήκες η διαλυτότητα του σιδήρου είναι πολύ μικρή, ενώ αντίθετα σε αναερόβιες συνθήκες η συγκέντρωση του υδατοδιαλυτού σιδήρου είναι πολύ μεγαλύτερη. Οι διαλυτές ανόργανες μορφές του σιδήρου είναι Fe^{3+} , Fe^{2+} , $\text{Fe}(\text{OH})_2^+$, $\text{Fe}(\text{OH})_2^{2-}$. Σε αναερόβιες συνθήκες η αναγωγή του Fe^{3+} σε Fe^{2+} συνοδεύεται και με αύξηση του pH (λόγω κατανάλωσης H^+). Η διαλυτότητα του σιδήρου στο εδαφικό διάλυμα εξαρτάται κυρίως από το pH.

Ο σίδηρος στο έδαφος μπορεί να διαιρεθεί σε 2 μεγάλες κατηγορίες :

- > στο σίδηρο που απαντάται ως συστατικό του κρυσταλλικού πλέγματος των πρωτογενών ορυκτών και κυρίως των σιδηρομαγνησιούχων (ολιβίνες, πυρόξενοι, αμφίβολοι και μαρμαρυγίες) (Πίνακας 14), η περιεκτικότητά των οποίων εξαρτάται από το μητρικό πέτρωμα.
- > στο σίδηρο ο οποίος βρίσκεται στα δευτερογενή ορυκτά (αργιλικά ορυκτά, ένυδρα οξείδια, οξείδια και οξυδροξείδια του σιδήρου), καθώς επίσης και σαν συστατικό αλάτων κυρίως θειούχων, φωσφορικών και ανθρακικών.

Πίνακας 14. Τα κυριότερα σιδηρομαγνησιούχα ορυκτά και η περιεκτικότητά τους σε σίδηρο (πιξ §").

| Πρωτογενή ορυκτά | | Περιεκτικότητα σε Ρε | | |
|---------------------|--------------------------------|----------------------|----|--------------------------------|
| | | ¥εθ | V- | ΡΕ ₂ Ο ₃ |
| Βιοτίτης | K(P6,M§)3A18i3θi0(OH)2 | 30-280 | | 1-210 |
| Πυρόξενοι | (0α,M§,Ρε,A1,Tϊ)2(8i,A1)2O6 | 40-210 | | 4-76 |
| Αμφίβολοι | ε&2(M§,Ρ6,A1)5(δi,A1)8O22(OH)2 | <90 | | 2-230 |
| Ολιβίνης | (M§,Ρε)2δι04 | 80-120 | | - |

Η αντίδραση με την οποία τα ιόντα του σιδήρου εισέρχονται στον πεδογενετικό κύκλο είναι η υδρολυτική και η οξειδωτική αποσύνθεση των πρωτογενών ορυκτών. Η απελευθέρωση του σιδήρου κατά τη διάρκεια της αποσάθρωσης των πρωτογενών ορυκτών είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας, της υγρασίας, του pH, του δυναμικού οξειδοαναγωγής και της βιολογικής δραστηριότητας. Αυξανόμενης της θερμοκρασίας και της υγρασίας ο ρυθμός αποσάθρωσης αυξάνεται, ενώ το δυναμικό οξειδοαναγωγής όπως και το pH καθορίζουν τον αριθμό οξείδωσης και επομένως την μετακίνηση του σιδήρου μέσα στο εδαφικό περιβάλλον. Ο δισθενής σίδηρος, ο οποίος απελευθερώνεται κατά τη διάρκεια των αντιδράσεων αυτών οξειδώνεται ταχύτατα παρουσία Ο2 και στη συνέχεια υδρολύεται και καθιζάνει με τη μορφή των Ρε(III) οξειδίων του.

Απουσία οξυγόνου ο σίδηρος συνεχίζει να μετακινείται με τη δισθενή μορφή μέχρι να συναντήσει οξειδωτικό περιβάλλον

Ο σίδηρος απορροφάται από τα φυτά υπό μορφή Fe²⁺ και μεταφέρεται προς την επιφάνεια της ρίζας υπό μορφή χηλικών ενώσεων. Η μικρή διαλυτότητα των ενώσεων που περιέχουν Fe³⁺ έχει σαν αποτέλεσμα τη σοβαρή μείωση διαθεσιμότητας και απορρόφησης Fe³⁺.

Μαζική ροή και διάχυση είναι οι μηχανισμοί μεταφοράς σιδήρου από το εδαφοδιάλυμα προς την επιφάνεια της ρίζας. Ο σίδηρος δεν μετακινείται μέσα στο φυτό, με αποτέλεσμα τα συμπτώματα τροφопενίας σιδήρου να εμφανίζονται πρώτα στα νεαρά φύλλα.

Αυτό που βλέπουμε στο πιο πάνω σχήμα είναι ότι για να γίνει μεταφορά σιδήρου με μαζική ροή πρέπει η συγκέντρωση του στο διάλυμα να είναι 10⁻⁶ Μ. Αυτό

επιτυγχάνεται σε τιμή $\text{pH} = 3$. Εάν έχουμε αύξηση του pH σε 4, η μεταφορά σιδήρου με μαζική ροή πέφτει στο επίπεδο του 1%.

Η οργανική ουσία σχηματίζει σύμπλοκα με το σίδηρο, πολλά από τα οποία είναι υπό τη μορφή χηλικών ενώσεων που είναι διαθέσιμες στα φυτά. Η πρόσθεση χηλικών ενώσεων σιδήρου στο εδαφοδιάλυμα έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση απορρόφησης σιδήρου.

Συγκεντρώσεις σιδήρου υπό χηλική μορφή της τάξεως $10^{-7} - 10^{-8}$ M είναι ικανοποιητικές για τα φυτά όταν μηχανισμοί μεταφοράς αυτών προς την επιφάνεια της ρίζας είναι μαζική ροή και διάχυση.

Παράγοντες που επηρεάζουν τη διαθεσιμότητα σιδήρου είναι:

1) pH .

Λόγω του ότι η διαλυτότητα σιδήρου πάνει μια ελάχιστη τιμή μεταξύ 7,4 και 8,5, η απορρόφηση σιδήρου στην περιοχή αυτή από τα φυτά θα είναι ελάχιστη ή δεν θα γίνεται καθόλου. Εδάφη που περιέχουν CaCO_3 έχουν pH που κυμαίνεται από 7,0 - 8,5. επομένως Σε ασβεστούχα εδάφη, η εμφάνιση τροφopenίας σιδήρου, δεν είναι αποτέλεσμα έλλειψης σιδήρου στο έδαφος, αλλά οφείλεται στην παρουσία HCO_3^- που επηρεάζει την πρόσληψη και μεταφορά σιδήρου στο φυτό. Το γιατί η παρουσία HCO_3^- είναι παρεμποδιστής της απορρόφησης σιδήρου δεν είναι γνωστό.

2) Eh (Δυναμικό οξειδοαναγωγής)

Στα κατακλυζόμενα εδάφη, όπου λόγω αύξησης της συγκέντρωσης Fe^{2+} η παρουσία HCO_3^- είναι ασήμαντη και μπορεί να έχουμε αύξηση της διαθεσιμότητας και της απορρόφησης σιδήρου από τα φυτά. Σε ορισμένες περιπτώσεις όπου η συγκέντρωση Fe^{2+} είναι πολύ μεγάλη (τροπικούς) μπορεί να έχουμε και τοξικά φαινόμενα.

3) Οργανική ουσία.

Η πρόσθεση οργανικής ουσίας σε καλά στραγγιζόμενα εδάφη έχει διάφορες επιπτώσεις στη διαθεσιμότητα σιδήρου. Ορισμένοι ερευνητές διαπίστωσαν ότι προσθήκη οργανικής ουσίας είχε σαν αποτέλεσμα τη διόρθωση έλλειψης σιδήρου και ειδικότερα όταν η οργανική ουσία προστίθεται υπό τη μορφή κόπρου, λόγω ακριβώς του ότι περιέχει χηλικές ενώσεις σιδήρου. Από την άλλη πλευρά όμως η πρόσθεση οργανικής ουσίας στο έδαφος έχει σαν αποτέλεσμα τη βελτίωση της δομής, άρα καλύτερο αερισμό, μεγαλύτερη μικροβιακή δραστηριότητα με προϊόντα που

αυξάνουν τα επίπεδα CO_2 και επομένως των HCO_3^- , που όπως ξέρουμε, έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στην απορρόφηση του σιδήρου.

4) Μη ισορροπία ιόντων.

Τα κατιόντα Fe, Cu, Mg πρέπει να βρίσκονται σε μια ισορροπία στο εδαφικό διάλυμα. Παρεκκλίσεις από την ισορροπία αυτή έχουν σαν αποτέλεσμα την έλλειψη του ενός εξ αυτών.

Αντιδράσεις με άλλα στοιχεία.

Έλλειψη σιδήρου παρατηρούμε σε περιπτώσεις υψηλών συγκεντρώσεων Co, Mn, Cu και Zn. Επίσης μεγάλες ποσότητες P ή Mo εντείνουν τη μείωση απορρόφησης σιδήρου από τα φυτά. Υψηλές συγκεντρώσεις φωσφόρου συνήθως πολλαπλασιάζουν την έλλειψη σιδήρου. Έτσι τα φυτά μπορεί να είναι περισσότερο ανθεκτικά στην έλλειψη σιδήρου όταν η συγκέντρωση φωσφορικών είναι μικρή.

Επίσης η εφαρμογή αζωτούχου λίπανσης μπορεί να επηρεάσει την απορρόφηση σιδήρου και μάλιστα όταν αυτή γίνεται υπό μορφή NCVN, λόγω του ότι έχουμε μια μικρή αύξηση του pH που μειώνει τη διαλυτότητα και επομένως τη διαθεσιμότητα του σιδήρου. Στην περίπτωση NH_4^+/N έχουμε οξίνιση του εδάφους συνοδευόμενη με αύξηση της διαλυτότητας και διαθεσιμότητας του σιδήρου.

Φυτικοί παράγοντες.

Υπάρχουν διαφορές μεταξύ των φυτικών ειδών ως προς τις απαιτήσεις τους σε σίδηρο.

Κύριο σύμπτωμα έλλειψης σιδήρου είναι η χλώρωση των φύλλων, η οποία εμφανίζεται πρώτα στα νεαρά φύλλα. Συμπτώματα επίσης έλλειψης σιδήρου είναι η ασθενής ανάπτυξη και αδυναμία παραγωγής



Θρέψη και λίπανση του βαμβακιού

Το βαμβάκι, χωρίς να είναι ιδιαίτερα απαιτητικό σε ισχυρή δοσολογία λιπασμάτων, πρέπει ωστόσο να λιπαίνεται συστηματικά για την εξασφάλιση ικανοποιητικής παραγωγής και καλής ποιότητας ινών. Η απομάκρυνση εδαφικών θρεπτικών στοιχείων που συνεπάγεται η βαμβακοκαλλιέργεια είναι σχετικά περιορισμένη, αλλά η αναγκαιότητα της λίπανσης οφείλεται και στο γεγονός ότι το ριζικό σύστημα του βαμβακιού είναι πασσαλώδες, χωρίς καλή εκμετάλλευση της εδαφικής γονιμότητας. Όμως, για την αξιοποίηση της ενδεδειγμένης λίπανσης καθοριστικός είναι ο ρόλος των κατάλληλων εδαφικών συνθηκών. Το βαμβάκι απαιτεί εδάφη μέσης συστάσεως, βαθιά, με καλή υδατοϊκανότητα, με οργανική ύλη όχι πάνω από 3%, με pH από 6 μέχρι 7,5, με ελεύθερο ανθρακικό ασβέστιο όχι πάνω από 10%. Τόσο στα πολύ όξινα, όσο και στα πολύ αλκαλικά εδάφη ανακύπτουν προβλήματα, στην πρώτη περίπτωση τοξικότητας του μαγγανίου, ή του αργιλίου και στη δεύτερη περίπτωση δέσμευσης του φωσφόρου και των μεταλλικών μικροθρεπτικών στοιχείων (ψευδαργύρου, σιδήρου, μαγγανίου, χαλκού). Το βόριο, όπως και το μαγνήσιο είναι συχνά ανεπαρκή, τόσο σε πολύ όξινα, όσο και σε πολύ αλκαλικά εδάφη. Σε αντίθεση με άλλες εντατικές καλλιέργειες το βαμβάκι αντέχει σε αρκετά υψηλές συγκεντρώσεις διαλυτών αλάτων, αλλά η χρησιμοποίηση υφάλμυρου αρδευτικού νερού έχει καταστρεπτικές συνέπειες γιατί συντελεί στην απερίμωση των γεωργικών εδαφών. Οι ποσότητες των θρεπτικών στοιχείων που παραλαμβάνονται από την καλλιέργεια, όπως αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα, είναι ενδεικτικές των αντίστοιχων λιπαντικών αναγκών.

| (Για παραγωγή 250 κιλών/στρ σύσπορου βαμβακιού) | | | | | |
|--|--------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------|
| Μακροθρεπτικά στοιχεία, κιλά/στρ | | | | | |
| Άζωτο (N) | Φώσφορος (P2O5) | Κάλι (K2O) | Μαγνήσιο (MgO) | Ασβέστιο (CaO) | Θείο (S) |
| 15,6 | 3,6 | 15,1 | 4,0 | 16,8 | 6,4 |
| Μικροθρεπτικά στοιχεία (Ιχνοστοιχεία), γραμμάρια/στρ | | | | | |
| Σίδηρος (Fe) | Μαγγάνιο (Mn) | Ψευδάργυρος (Zn) | Χαλκός (Cu) | Βόριο (B) | |
| 296 | 25 | 11,6 | 12,0 | 32,0 | |

Επισημαίνεται ότι σημαντικό ποσοστό των παραπάνω ποσοτήτων, άνω του 50%, απαντάται στα μη συγκομίσιμα φυτικά μέρη (στελέχη, φύλλα κλπ) που συνήθως παραμένουν στο χωράφι. Επίσης ότι, η αναπλήρωση με τη λίπανση των τελικά απομακρυνόμενων θρεπτικών στοιχείων πρέπει να λαμβάνει υπόψη το συντελεστή αξιοποίησης των λιπασμάτων, όπως και στην περίπτωση του αραβοσίτου που αναφέρεται πιο πάνω.

Ορθολογική Λιπαντική Διαχείριση

Όμως, οι λιπαντικές ανάγκες του βαμβακιού είναι σημαντικά μεγαλύτερες από τις ποσότητες θρεπτικών στοιχείων που απομακρύνονται με την καλλιέργεια, διότι ο συντελεστής αξιοποίησης των λιπασμάτων για το άζωτο συνήθως είναι μεταξύ 40% και 60% για δε τα υπόλοιπα θρεπτικά στοιχεία και ιδιαίτερα για το φωσφόρο ο συντελεστής αυτός είναι πολύ χαμηλότερος.

Συνοπτικά, η ορθολογική λιπασματική διαχείριση του βαμβακιού πρέπει να στοχεύει:

- 1) Στη συμπλήρωση της θρεπτικής τροφοδοσίας του ίδιου του εδάφους, με γνώμονα την εδαφοανάλυση και την καλλιεργητική ιστορία του χωραφιού (προηγούμενες καλλιέργειες και λιπάνσεις) . Η στρατηγική αυτή αφορά τα δυσκίνητα θρεπτικά όπως ο φωσφόρος και τα λιγότερο ευκίνητα όπως το κάλιο και το μαγνήσιο.
- 2) Για το άζωτο, στην αναπλήρωση σχεδόν του συνόλου των απομακρυνόμενων ποσοτήτων επί δύο δηλ. λαμβάνοντας υπόψη το συντελεστή αξιοποίησης Εξαιρέσεις αποτελούν οι περιοχές με νιτρορύπανση των υδατικών πόρων. Επίσης, οι αγροί που έχουν δεχθεί οργανική λίπανση (π.χ. ζωική κόπρο άνω των 1000 κιλών/στρ), ή χλωρά λίπανση (με ενσωμάτωση ψυχανθούς πριν από την ανθοφορία) όπου σημαντικό μέρος των αναγκών καλύπτεται από την ορυκτοποίηση της οργανικής ύλης και το δεσμευμένο ατμοσφαιρικό άζωτο
- 3) Στην επιλογή μορφών και μεθόδων προσθήκης των λιπασμάτων που αυξάνουν το συντελεστή αξιοποίησης του λιπάσματος, ζήτημα πολύ σημαντικό ιδιαίτερα για το άζωτο.

Δεσπόζουσα θέση στη λιπαντική διαχείριση του βαμβακιού κατέχει το άζωτο, που αυξάνει την ανάπτυξη των βαμβakoφύτων, την παραγωγή «καρυδιών»(καψών), το βάρος και την ποιότητα των σπόρων. Όμως η υπερβολική, και η όψιμη αζωτούχος λίπανση πρέπει να αποφεύγεται διότι ωθεί τα φυτά σε βλαστομανία και σε φτωχή και καθυστερημένη καρποφορία. Κατά μέσο όρο απαιτούνται όχι περισσότερες από 10-12 λιπαντικές μονάδες αζώτου το στρέμμα, εκ των οποίων οι 6-8 σε βασική εφαρμογή και οι υπόλοιπες επιφανειακά από την πλήρη εμφάνιση των γραμμών όχι αργότερα από την έναρξη της ανθοφορίας. Κατάλληλες μορφές βασικού αζώτου η αμιδική (ουρεϊκή) και η αμμωνιακή. Όμως σε πολύ όξινα εδάφη (pH κάτω του 6) προκύπτει σημαντική καθυστέρηση νιτροποίησης των μορφών αυτών αζώτου. Για την επιφανειακή αζωτούχο λίπανση προτιμάται η νιτρική αμμωνία στερεά, ή με υδρολίπανση, στα δε όξινα εδάφη η ασβεστούχος νιτρική αμμωνία



Σε ότι αφορά το φωσφόρο συνήθως συνιστάται μία βασική λίπανση συντήρησης της τάξεως των 4-5 λιπ. μον/στρ, η οποία πρέπει να διακόπτεται όταν η εδαφοανάλυση δείξει περισσότερα από 20 ppm P κατά Olsen.

Το κάλιο ενδείκνυται ιδιαίτερα σε ελαφρά-εκπλυμένα και όξινα εδάφη καθώς και σε βαριά αργιλώδη εδάφη, ή γενικότερα όταν η περιεκτικότητα ανταλλαξιμού καλίου του εδάφους είναι κάτω των 200 ppm. Υπό τις συνθήκες αυτές είναι δυνατό να απαιτηθούν σε βασική εφαρμογή 6-12 λιπ. μον. K/στρ. Η υδρολίπανση με νιτρικό κάλιο μπορεί να βοηθήσει μόνο σε χονδρόκοκκα (αμμώδη), πολύ εκπλυμένα και όξινα εδάφη. Εξάλλου, ελάχιστη είναι η ποσότητα του K (που μπορεί να απορροφήσει η καλλιέργεια με φυλλοψεκασμό. Το κάλιο αποδεδειγμένα ενισχύει την αντοχή των βαμβakoφύτων στην ξηρασία καθώς και στις αδρομυκώσεις.

Σε όξινα εδάφη συχνά απαιτείται και η προσθήκη μαγνησίου, σε δόσεις μέχρι 4 λιπ. μον. MgO/στρ., σε μορφή θειικού μαγνησίου με βασική εφαρμογή.

Ερώτημα εγείρεται κατά πόσο σε όξινα εδάφη, υπάρχει ζήτημα προσθήκης ασβεστούχων λιπασμάτων. Η απάντηση είναι σαφώς αρνητική. Και τούτο γιατί το πρόβλημα της οξύτητας δεν αντιμετωπίζεται με τη λίπανση, αλλά με την ασβεστούχο μετάπλαση του εδάφους

Ευαισθησία παρουσιάζει επίσης το βαμβάκι σε ελλείψεις των μικροθρεπτικών στοιχείων («ιχνοστοιχείων») βορίου και ψευδαργύρου. Η έλλειψη των ιχνοστοιχείων αυτών καθώς ενδεχομένως και άλλων (σιδήρου, μαγγανίου, χαλκού), εφόσον διαπιστωθεί με τα χαρακτηριστικά συμπτώματα στο φύλλωμα, (ή κατά προτίμηση με τη χημική ανάλυση των φύλλων) αντιμετωπίζεται με φυλλοψεκασμούς. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται διαλυτά ανόργανα άλατα των παραπάνω ιχνοστοιχείων σε πυκνότητα μέχρι 0,5%. Τα ιχνοστοιχεία μπορούν να συνδυασθούν με αραιό διάλυμα ουρίας (0,2-0,3%) για καλλίτερη διείσδυση στο εσωτερικό των φύλλων καθώς και με εξουδετέρωση της ελεύθερης οξύτητας του διαλύματος με υδρασβεστο.

Εν κατακλείδι, ένα πρόγραμμα λίπανσης του βαμβακιού μπορεί να χαρακτηριστεί ως ορθολογικό (ή ολοκληρωμένο) όταν λαμβάνει υπόψη εκτός από τις γενικές θρεπτικές απαιτήσεις του φυτού αυτού, το παραγωγικό δυναμικό τις τοπικές ιδιαιτερότητες της περιοχής και τέλος το δυναμικό θρεπτικής τροφοδοσίας του συγκεκριμένου χωραφιού.

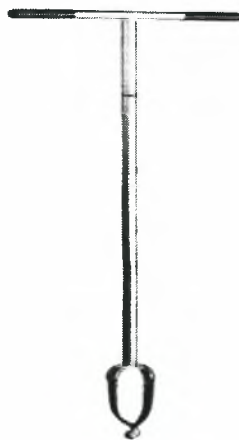
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Δειγματοληψία και εργαστηριακές αναλύσεις

Δειγματοληψία

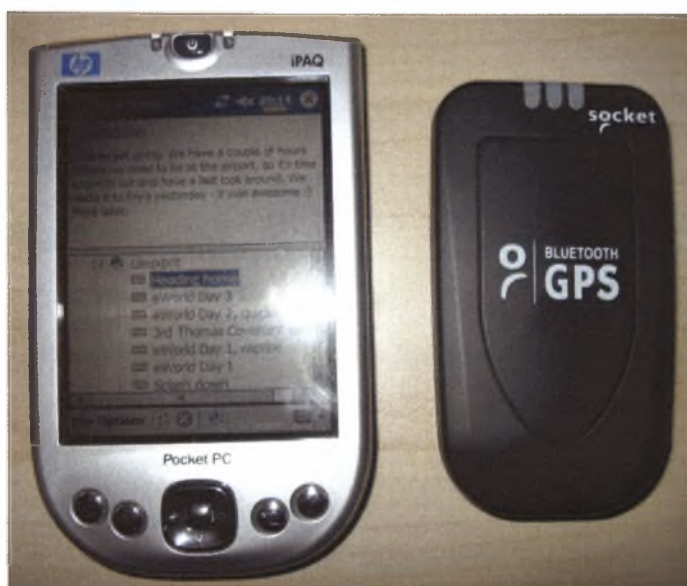
Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε σε εδάφη της ευρύτερης περιοχής του Αλμυρού Μαγνησίας από 11/5/2005 έως 31/5/2005. Η έκταση της υπό μελέτης περιοχής ήταν περίπου 150.000 στρέμματα. Για την πραγματοποίηση της χρησιμοποιήθηκε ορθοφωτοχάρτης της περιοχής (πηγή: Φλωράς Σ.) και εφαρμόστηκε η μέθοδος της Τυχαίας δειγματοληψίας (random sampling). Τυχαία δειγματοληψία λαμβάνεται όταν οι στατιστικές μονάδες επιλέγονται τυχαία από τον πληθυσμό που είναι προς μελέτη. Αυτό σημαίνει ότι δεν συντελεί στην επιλογή ή όχι μιας στατιστικής μονάδας αυτός που κάνει την δειγματοληψία (δεν υπάρχει υποκειμενικός παράγοντας) και κάθε στατιστική μονάδα έχει γνωστή πιθανότητα να επιλεγεί σαν μονάδα του δείγματος (Τζώρτζιος, 1997).

Το πλεονέκτημα της τυχαίας δειγματοληψίας είναι ότι εμφανίζονται αμερόληπτοι μέσοι όροι και παραλλακτικότητες. Τα μειονεκτήματα της είναι ότι κάθε σημείο είναι αυτοτελές και στο ότι η πλήρης τυχαιοποίηση μπορεί να οδηγήσει σε μια άνιση κατανομή των σημείων δειγματοληψίας, εκτός και αν πολλά σημεία δειγματοληψίας μπορούν να μετρηθούν, πράγμα το οποίο συνήθως εμποδίζεται από το υπερβολικό κόστος (Φλωράς Σ., 2002).



Εικόνα 2.4. Δειγματολήπτης τύπου edelman

Οι θέσεις λήψης των εδαφικών δειγμάτων ήταν τυχαίες και η θέση (συντεταγμένες χ , ψ σε μοίρες) των σημείων δειγματοληψίας καθορίστηκαν με το σύστημα D.G.P.S. (Differential Global Positioning System)



Εικόνα 2.5 Συσκευή G.P.S. (Global Positioning System).

Κατά τη διάρκεια της δειγματοληψίας έγινε χρήση D.G.P.S. με σκοπό τον ακριβή εντοπισμό των σημείων δειγματοληψίας και την καταγραφή των συντεταγμένων και του υψομετρικού σημείου αυτών. Ελήφθησαν 100 συνολικά εδαφικά δείγματα μάζας περίπου 1 kg, τα οποία συλλέχθηκαν από βάθος 0–30 cm και από διάφορες καλλιέργειες (πίνακας 2.4). Ο κύριος όγκος των εδαφικών δειγμάτων προέρχεται από καλλιέργειες βάμβακος, σιταριού, μηδικής και ελιάς. Η λήψη των δειγμάτων εδάφους έγινε με τη χρήση εδαφολήπτη τύπου Edelman (εικόνα 2.4) και τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε πλαστικές σακούλες, ενώ ταυτόχρονα καταγράφηκαν στοιχεία που αφορούσαν τη δειγματοληψία όπως περιοχή δειγματοληψίας, αριθμός τομής, χρήση γης, γεωμορφή, φυσιογραφία, ημερομηνία δειγματοληψίας και γενικές παρατηρήσεις για κάθε δείγμα ξεχωριστά.

Στη συνέχεια τα εδαφικά δείγματα μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο Εδαφολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βόλο όπου περίπου η μισή ποσότητα του κάθε

εδαφικού δείγματος διατηρήθηκε στον καταψύκτη μέχρι να γίνει ο προσδιορισμός των νιτρικών και νιτρωδών ιόντων, ενώ η υπόλοιπη ποσότητα αφού αεροξηράνθηκε σε θερμοκρασία δωματίου για χρονικό διάστημα 10 ημερών και αφού διήλθε από κόσκινα (2mm) διατηρήθηκε σε πλαστικές σακούλες.

Εργαστηριακές αναλύσεις των εδαφικών δειγμάτων

✓ Προσδιορισμός του pH

Η τιμή του pH των εδαφικών δειγμάτων προσδιορίστηκε σε υδατικό αιώρημα εδάφους, σε αναλογία 1:1 (w/w) (McLean, 1982).

Αντιδραστήρια και όργανα.

1. Ποτήρι ζέσεως των 100 mL.
2. Ογκομετρικός κύλινδρος των 50 mL.
3. Ρυθμιστικά διαλύματα με pH=4 και pH=7.
4. Πεχάμετρο Crison.
5. Γυάλινη ράβδος.
6. Αποσταγμένο ύδωρ.
7. Ζυγός ακριβείας.

Βαθμονόμηση pH-μέτρου (Crison).

Το pH-μετρο βαθμονομείται με τη βοήθεια των ρυθμιστικών διαλυμάτων με τιμές pH=7 και pH=4 σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

Μέθοδος.

Στο ποτήρι ζέσεως των 100 mL φέρονται 30 g αεροξηραθέντος εδάφους και με τη βοήθεια του ογκομετρικού κυλίνδρου προστίθενται 30 mL αποσταγμένου ύδατος. Με τη γυάλινη ράβδο πραγματοποιείται ανάδευση για χρονικό διάστημα 10 λεπτών. Το αιώρημα αφήνεται προς εξισορρόπηση. Στη συνέχεια εισάγεται το

ηλεκτρόδιο του πεχαμέτρου στο ανώτερο τμήμα του υδατικού αιωρήματος εδάφους και λαμβάνεται η μέτρηση αφού σταθεροποιηθεί το όργανο.

✓ Προσδιορισμός της ηλεκτρικής αγωγιμότητας E.C. (Electrical Conductivity)

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα των εδαφικών δειγμάτων προσδιορίστηκε σε υδατικό αιώρημα εδάφους, σε αναλογία 1:1 (w/w) (McLean, 1982).

Αντιδραστήρια και όργανα.

1. Ποτήρι ζέσεως των 100 mL.
2. Ογκομετρικός κύλινδρος των 50 mL.
3. Ρυθμιστικό διάλυμα 0,1 M KCl.
4. Αγωγιμόμετρο του Οίκου Methrohm
5. Γυάλινη ράβδος.
6. Αποσταγμένο ύδωρ.
7. Ζυγός ακριβείας.
8. Θερμόμετρο.

Βαθμονόμηση αγωγιμομέτρου

Το αγωγιμόμετρο βαθμονομείται με τη βοήθεια του ρυθμιστικού διαλύματος KCl 0.1M. Στους 25 °C η ένδειξή του πρέπει να είναι 1,41 dS/m. Σε διαφορετική θερμοκρασία ρυθμίζεται η ένδειξή του με βάση τις οδηγίες του κατασκευαστή.

Μέθοδος.

Στο ποτήρι ζέσεως των 100 mL φέρονται 30 g αεροξηραθέντος εδάφους και με τη βοήθεια του ογκομετρικού κυλίνδρου προστίθενται 30 mL αποσταγμένου ύδατος. Με τη γυάλινη ράβδο πραγματοποιείται ανάδευση για χρονικό διάστημα 10 λεπτών. Στη συνέχεια εισάγεται το αγωγιμόμετρο στο εδαφικό αιώρημα και λαμβάνεται η μέτρηση ενώ ακόμα τα εδαφικά τεμαχίδια βρίσκονται σε αιώρηση. Για τη διατήρηση των εδαφικών τεμαχιδίων σε αιώρηση ανακινείται ελαφρά το

αγωγιμόμετρο. Λαμβάνεται η ένδειξη του αγωγιμομέτρου αφού σταθεροποιηθεί για περίπου 10 sec.

✓ Προσδιορισμός της οργανικής ουσίας

Χρησιμοποιήθηκε η τροποποιημένη μέθοδος των Nelson and Sommers (1982).

Όργανα - σκεύη

- Κωνικές ευρύλαιμες φιάλες των 500mL
- Ζυγός ακριβείας δύο δεκαδικών ψηφίων
- Σιφώνια 20mL, 10mL, 1mL
- Προχοΐδα

Αντιδραστήρια

-Πρότυπο διάλυμα $K_2Cr_2O_7$, 1N. Ζυγίστηκαν 49,04g $K_2Cr_2O_7$, το οποίο είχαν προηγουμένως ξηραθεί στους $105^{\circ}C$ για 1 ώρα και διαλύθηκαν σε αποσταγμένο νερό. Μεταφέρθηκαν στη συνέχεια σε ογκομετρική φιάλη των 1000mL η οποία συμπληρώθηκε μέχρι τη χαραγή με αποσταγμένο νερό.

-Πυκνό H_2SO_4 (96% και άνω w/w), του εμπορίου.[Όταν στο έδαφος υπήρχαν Cl^- γίνονταν προσθήκη 15 gr L^{-1} Ag_2SO_4 στο οξύ].

-Πυκνό H_3PO_4 (96% και άνω w/w), του εμπορίου.

-Πρότυπος τιτλοδότης, διάλυμα $FeSO_4$ 0,5N. Διαλύθηκαν 139g $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ σε αποσταγμένο νερό και προστέθηκαν 15mL πυκνού H_2SO_4 . Ακολούθησε ψύξη και αραιώση μέχρι όγκου 1000 mL.

Για την συγκέντρωση του αντιδραστηρίου γίνονταν έλεγχος πριν τη χρήση, με τιτλοδότηση με 10mL διαλύματος $K_2Cr_2O_7$ 1N.

-Δείκτης ο-φαινανθρολίνης, η οποία είχε συμποκοποιηθεί με διάλυμα $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,025M: 14,85 g από το αντιδραστήριο της ο-φαινανθρολίνης και 6,95 gr από το αντιδραστήριο $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, ζυγίστηκαν και διαλύθηκαν σε μικρή ποσότητα αποσταγμένου νερού. Ακολούθησε αραιώση σε ογκομετρική φιάλη των 1000mL με αποσταγμένο νερό.

Μέθοδος

Ζυγίστηκαν 0,2-1,0g αεροξηραθέντος εδάφους, που είχε λειοτριβηθεί και κοσκινιστεί με κόσκινο (όχι μεταλλικό), διαμέτρου 0,5mm. Το δείγμα μεταφέρθηκε σε κωνική φιάλη των 500mL. Κατόπιν, προστέθηκαν 10mL διαλύματος $K_2Cr_2O_7$ 1N και ανακινήθηκε ελαφρά η φιάλη, έτσι ώστε να διασπαρθεί το δείγμα πλήρως στο διάλυμα. Στη συνέχεια, προστέθηκαν 20mL πυκνού H_2SO_4 . Η φιάλη ανακινήθηκε για ένα λεπτό και αφέθηκε σε ηρεμία για 30 λεπτά της ώρας. Κατόπιν, προστέθηκαν 200mL αποσταγμένου νερού, 10mL H_3PO_4 και 1mL δείκτη ο-φαινανθρολίνης. Τελικά, ογκομετρήθηκε η περίσσεια του $K_2Cr_2O_7$ με το διάλυμα $FeSO_4$ μέχρις αλλαγής του χρώματος του δείκτη από μπλε σε κόκκινο. Παράλληλα, πραγματοποιήθηκε και ο τυφλός προσδιορισμός της κανονικότητας του πρότυπου τιτλοδότη, $FeSO_4$ 0,5N. Όταν γίνονταν αναγωγή από τον οργανικό άνθρακα περισσότερο από 75% των ιόντων $Cr_2O_7^{2-}$, τότε ο προσδιορισμός επαναλαμβάνονταν χρησιμοποιώντας μικρότερη ποσότητα εδαφικού δείγματος.

Υπολογισμοί

Ο οργανικός άνθρακας υπολογίστηκε από τον τύπο :

$$\text{Οργανικός C, \%} = \frac{(\text{meqK}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 - \text{meqFeSO}_4)(0.003)(100)}{\text{gξηρού εδάφους}} \times f$$

όπου : meq $K_2Cr_2O_7$ είναι ίσα με τα meq $FeSO_4$ που καταναλώνονται για τον τυφλό προσδιορισμό, meq $FeSO_4$ είναι τα mL του τιτλοδότη που καταναλώθηκαν για το δείγμα επί την κανονικότητα του διαλύματος και f είναι συντελεστής διόρθωσης που έχει τιμή 1,3.

Συμπληρωματικά, αναφέρεται ότι οι τιμές του ολικού άνθρακα % καθώς και της ολικής οργανικής ουσίας %, υπολογίστηκαν ως εξής :

$$\text{Ολικός Οργανικός C, \%} = \frac{(\text{meqK}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 - \text{meqFeSO}_4)(0.0039)(100)}{\text{gξηρού εδάφους}} \times f$$

$$\text{Οργανική Ουσία, \%} = \frac{(\text{meqK}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 - \text{meqFeSO}_4)(0.0067)(100)}{\text{gξηρού εδάφους}} \times f$$

Προσδιορισμός των στοιχείων μαγνησίου, ασβεστίου και σιδήρου με τη μέθοδο της Ατομικής Απορρόφησης

Αρχές φασματοσκοπίας Ατομικής Απορρόφησης

Η μέθοδος της Ατομικής Απορρόφησης είναι μια τεχνική προσδιορισμού διαφόρων στοιχείων βασισμένη στα ατομικά φάσματα των στοιχείων αυτών. Παρατηρείται απορρόφηση κατάλληλης εξωτερικής ακτινοβολίας από τα άτομα που βρίσκονται σε θεμελιώδη κατάσταση και μετάβαση αυτών σε διεγερμένη.

Για ένα προκαθορισμένο μήκος κύματος, που εξαρτάται από το προσδιοριζόμενο στοιχείο και από τις πειραματικές συνθήκες, η απορρόφηση της ακτινοβολίας είναι ανάλογη της συγκέντρωσης του στοιχείου στο δείγμα που ατομοποιείται.

Τα όργανα της ατομικής απορρόφησης γενικά περιλαμβάνουν τα εξής μέρη :

- ❖ Το σύστημα εκπομπής ακτινοβολίας (λυχνίες).
- ❖ Το σύστημα ατομοποίησης (ψεκαστήρας- λύχνος-φλόγα).
- ❖ Το οπτικό σύστημα (φίλτρα- μονοχρωμάτορες).
- ❖ Το φωτομετρικό σύστημα (φωτοανιχνευτές- ενισχυτές-ποτενσιόμετρο)

Το σπουδαιότερο τμήμα στα όργανα της ατομικής απορρόφησης είναι το τμήμα στο οποίο το δείγμα , αφού έχει διαλυτοποιηθεί, πρέπει να μετατραπεί σε νέφος ατόμων. Η διαδικασία αυτή είναι γνωστή ως ατομοποίηση και είναι υπεύθυνη για την ευαισθησία και την επαναληψιμότητα της μεθόδου.

Όταν το διάλυμα του δείγματος με μορφή μικρών σταγονιδίων βρεθεί σε υψηλή θερμοκρασία, αρχικά παρατηρείται εξάτμιση του διαλύτη αφήνοντας σωματίδια άλατος και στην συνέχεια ένα μέρος από αυτά διασπώνται σε ελεύθερα άτομα. Επομένως, απαιτείται υψηλή θερμική ενέργεια, η οποία μπορεί να επιτευχθεί είτε από την καύση μίγματος αερίων (ατομική απορρόφηση φλόγας), είτε από τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας (ατομική απορρόφηση θερμαινόμενου γραφίτη).

Επειδή η μέθοδος της Ατομικής Απορρόφησης στηρίζεται στο πλήθος των ατόμων που σχηματίζονται στο χώρο της φλόγας, ο ρυθμός αναρρόφησης και ψεκασμού του διαλύματος στο θάλαμο προανάμιξης θα πρέπει να παραμένει σταθερός. Το μέγεθος των σταγόνων που σχηματίζονται κατά τον ψεκασμό είναι καθοριστικό για την τιμή της απορρόφησης που λαμβάνεται από τα άτομα του στοιχείου που περιέχονται μέσα σε αυτές.

Μεθοδολογία Ποσοτικού Προσδιορισμού των στοιχείων μαγνησίου, ασβεστίου και σιδήρου με τη μέθοδο της Ατομικής Απορρόφησης

Για τον ποσοτικό προσδιορισμό των στοιχείων Mg, Ca και Fe χρησιμοποιήθηκε φασματοφωτόμετρο ατομικής απορρόφησης Perkin Elmer 3300 με εξάρτημα φλόγας (Flame AAS).

Κατασκευάστηκαν για το καθένα από τα προσδιοριζόμενα στοιχεία οι κατάλληλες πρότυπες καμπύλες αναφοράς χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα πρότυπα διαλύματα (Stock) των μεταλλικών στοιχείων. Έγιναν σε κάθε περίπτωση οι κατάλληλες αραιώσεις χρησιμοποιώντας ως διαλύτη αραιό διάλυμα (10% v/v) HNO_3 . Οι συνθήκες ατομοποίησης που χρησιμοποιήθηκαν προκειμένου να ολοκληρωθεί η ανάλυση είναι αυτές που προτείνονται από τον κατασκευαστή του οργάνου.

Ψηφιακοί θεματικοί χάρτες

Για τη κατασκευή των ψηφιακών θεματικών χαρτών, που αφορούν τη περιοχή της μελέτης, αρχικά έγινε η ψηφιοποίηση με τη βοήθεια τοπογραφικών χαρτών της περιοχής του Αλμυρού. Η διαδικασία έχει ως εξής: Τοποθετείται ο χάρτης με προσοχή στο ψηφιοποιητή και ξεκινάει η διαδικασία της ψηφιοποίησης. Ορίζονται τα αρχικά όρια των χαρτών και προσδιορίζονται οι μονάδες του ψηφιοποιητή σε ίντσες. Στη συνέχεια πραγματοποιείται η δόμηση της Γεωγραφικής Βάσεως Δεδομένων με τα επίπεδα που είναι απαραίτητο να ψηφιοποιηθούν. (Φλωράς Σ., 2004). Τα επίπεδα που τελικά ψηφιοποιήθηκαν είναι τα εξής:

- Σημεία δειγματοληψίας (σημεία)
- Οδικό δίκτυο (γραμμές)
- Ισοϋψείς (γραμμές)
- Υδρογραφικό δίκτυο (γραμμές)
- Υψομετρικά σημεία (σημεία)
- Επίπεδο των tics (σημεία αναφοράς)

Τυπικά τα επίπεδα οργανώνονται έτσι ώστε τα σημεία, οι γραμμές και τα πολύγωνα να αποθηκεύονται σε ξεχωριστά επίπεδα και shapefiles. Για παράδειγμα οι δρόμοι παριστάνονται με γραμμές και αποθηκεύονται ως ένα επίπεδο, ενώ τα σημεία δειγματοληψίας παριστάνονται ως σημεία και αποθηκεύονται σε άλλο επίπεδο.

Τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά μπορούν επίσης να οργανωθούν θεματικά σύμφωνα με αυτό που αντιπροσωπεύουν.

Σε κάθε χάρτη ψηφιοποιείται αρχικά ένα κενό επίπεδο με τα tics. Στη συνέχεια ψηφιοποιούνται ως ανεξάρτητα επίπεδα τα υψομετρικά σημεία, οι ισοϋψείς, οι δρόμοι και τέλος τα σημεία δειγματοληψίας.

Από τη στιγμή που κάθε θεματικός χάρτης ψηφιοποιείται, αυτομάτως τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά βρίσκονται αποθηκευμένα με τη μορφή χ και ψ συντεταγμένων στη ψηφιακή βάση δεδομένων μαζί με τις περιγραφικές πληροφορίες τους σε ένα πίνακα γνωστό ως πίνακα πληροφοριών των γεωγραφικών χαρακτηριστικών ή AAT (Arc Attribute Table) και PAT (Polygon ή Point Attribute table) για τα σημεία, τις γραμμές και τα πολύγωνα.

Τέλος δημιουργούνται μητρικά tic αρχεία και γίνεται αρίθμηση κάθε tic με ένα μοναδικό αριθμό ID και ορισμός των συντεταγμένων για κάθε tic με βάση τις συντεταγμένες του χάρτη. Με τον τρόπο αυτό δημιουργείται ένας πίνακας με τα ID των tics και τις συντεταγμένες. Ακολουθεί προσδιορισμός και διόρθωση τυχόν λαθών της ψηφιοποίησης. (Φλωράς Σ., 2004)

Προσδιορισμός λαθών από την ψηφιοποίηση

Μετά τη διαδικασία της ψηφιοποίησης εφαρμόστηκε το **ARC/INFO v.9** προκειμένου να γίνει επισήμανση και μετέπειτα διόρθωση λαθών. Το **ARC/INFO v.9**, δίδει τη δυνατότητα να εντοπιστούν τυχόν ατέλειες στην απόδοση της πραγματικότητας καθώς προσδιορίζει με ειδικά σύμβολα τα λάθη στην ψηφιοποίηση.

Μερικά από τα συνήθη λάθη τα οποία η τοπολογία μπορεί να προσδιορίσει είναι :

- Τόξα που δεν συνδέονται μεταξύ τους,
- Πολύγωνα ανοιχτά,
- Πολύγωνα που δεν έχουν label point ή που έχουν περισσότερα από ένα και
- Ταυτότητες σημείων που δεν είναι μοναδικές

Το **ARC/INFO v.9** παρέχει για δημιουργία τοπολογίας αυτόματα δύο εντολές : **build** και **clean**. Η εντολή **build** χρησιμοποιείται για τα σημεία, τις γραμμές και τα πολύγωνα ενώ η **clean** μόνο για τις γραμμές και τα πολύγωνα. Τα παραπάνω λάθη αντιμετωπίστηκαν με την εντολή **build** για δημιουργία τοπολογίας.

Είναι απαραίτητο και πρέπει να δίδεται ιδιαίτερη προσοχή στην αποφυγή ή στη διόρθωση μικρών λαθών κατά την ψηφιοποίηση και τούτο διότι υπάρχει η δυνατότητα να δημιουργηθούν στρεβλώσεις, μεταξύ των διαφόρων επιπέδων. Έτσι, αν οι συντεταγμένες δε συμπίπτουν ακριβώς, θα υπάρξουν προβλήματα ταύτισης : π.χ. δημιουργία ανεπιθύμητων στενόμακρων πολυγώνων, ανώμαλες άκρες στους χάρτες και ανακριβείς μετρήσεις στην επεξεργασία δεδομένων.

Για να μετατραπούν οι μονάδες των TICS σε δεκαδικές μοίρες, οι μοίρες αφήνονται ως έχουν και ως δεκαδικό μέρος αθροίζονται τα αποτελέσματα της διαίρεσης των μεν λεπτών της μοίρας με το 60, των δε δευτερολέπτων με το 3600.

Οι ψηφιοποιημένοι χάρτες, με τη χρήση των εντολών **mapjoin**, **append** και **edgematch** του **ARC/INFO v. 9**, ενώθηκαν σε ένα ενιαίο χάρτη.

Σύστημα προβολής χαρτών

Οι περισσότεροι χάρτες παρουσιάζουν τα δεδομένα σύμφωνα με ένα αναγνωρισμένο σφαιρικό σύστημα συντεταγμένων όπως είναι για παράδειγμα το Universal Transverse Mercator (UTM), το Albers Conical Equal (ACE) και το Area Polar Stereographic System (APSS). Πρόκειται για παραδείγματα προβολών χαρτών που χρησιμοποιούνται για να παραστήσουν ελλειπτικά χαρακτηριστικά σε μια επίπεδη επιφάνεια. Βέβαια τα προβολικά συστήματα που υπάρχουν σήμερα είναι πάνω από 300.

Λαμβανομένου υπόψη ότι η Γη είναι ένα σφαιροειδές, πρέπει να χρησιμοποιηθεί μια μαθηματική μετατροπή για να δημιουργηθεί ένας επίπεδος χάρτης από την σφαιροειδή επιφάνεια. Η μαθηματική αυτή μετατροπή αναφέρεται συχνά ως χαρτογραφική προβολή (map projection). (Φλωράς Σ., 2004)

Οι τιμές του γεωγραφικού πλάτους και μήκους δεν είναι στο Καρτεσιανό Σύστημα Συντεταγμένων αλλά σε ένα γεωγραφικό σύστημα αναφοράς. Οι τιμές όμως

αυτές είναι οι πλέον διαθέσιμες ακριβείς μετρήσεις σε πολλούς χάρτες. Με τη βοήθεια του **ARC/INFO v.9**, οι τιμές αυτές μετατράπηκαν σε ένα Καρτεσιανό Σύστημα Προβολής το οποίο ονομάζεται “**ΕΓΣΑ 87**”. Το σύστημα αυτό επιλέχθηκε μεταξύ των άλλων ως το καλύτερο διότι έχει τη μικρότερη παραμόρφωση ως προς την επιφάνεια και ως προς τη διεύθυνση, διατηρεί δηλαδή το σχήμα του χάρτη σχεδόν αναλλοίωτο.

Εφαρμογή του ArcGIS 9.1 Desktop

Το ArcGIS 9.1 Desktop αποτελείται από επιμέρους προγράμματα όπως είναι τα ArcView, ArcMap, ArcEditor και ArcInfo. Το ArcGIS 9.1 Desktop περιλαμβάνει μια ακολουθία ολοκληρωμένων εφαρμογών όπως τα ArcMap, ArcCatalog και ArcToolbox. Με τη χρησιμοποίηση των 3 αυτών εφαρμογών μπορεί να πραγματοποιηθεί οποιαδήποτε εργασία σχετική με GIS, από τις πιο απλές μέχρι τις πιο εξεζητημένες, συμπεριλαμβανομένων της δημιουργίας χαρτών, της διαχείρισης δεδομένων, της γεωγραφικής ανάλυσης και της γεωστατιστικής επεξεργασίας.

Το ArcMap είναι η κεντρική εφαρμογή του ArcGIS 9.1 Desktop. Είναι η εφαρμογή GIS η οποία χρησιμοποιείται για όλες τις εργασίες που έχουν να κάνουν με χάρτες, όπως η χαρτογραφία, η ανάλυση χαρτών και η παρουσίαση αυτών.

Η εφαρμογή του ArcCatalog βοηθά στην οργάνωση και διαχείριση των γεωγραφικών δεδομένων. Περιλαμβάνει εργαλεία για την ανεύρεση γεωγραφικών πληροφοριών, τη ταχεία προβολή δεδομένων και το καθορισμό της σχηματικής δομής των στρώσεων (layers) των γεωγραφικών δεδομένων.

Το ArcToolbox είναι μια απλή εφαρμογή που περιλαμβάνει διάφορα εργαλεία GIS κατάλληλα για γεωεπεξεργασία. Για παράδειγμα χρησιμεύει στη μετατροπή των δεδομένων και στη προβολή τους στα διάφορα προβολικά συστήματα.

Τέλος, πραγματοποιείται η δόμηση της βάσης δεδομένων με την εισαγωγή των αποτελεσμάτων των εργαστηριακών αναλύσεων. Στη συνέχεια εφαρμόζεται το ArcGIS Geostatistical Analyst.

ArcGIS Geostatistical Analyst

Το ArcGIS Geostatistical Analyst χρησιμοποιεί ντετερμινιστικές και γεωστατιστικές μεθόδους προκειμένου να μοντελοποιήσει τις επιφάνειες. Περιλαμβάνει εργαλεία για χωρική ανάλυση των δεδομένων (spatial analysis) και ένα γεωστατιστικό μενού (Geostatistical Wizard) που οδηγεί στη διαδικασία δημιουργίας μιας στατιστικά ορθής επιφάνειας. Οι νέες επιφάνειες που δημιουργούνται με τη βοήθεια της Γεωστατιστικής μπορούν να απεικονιστούν σε ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών. Με το εργαλείο αυτό, Geostatistical Analyst, επιτυγχάνεται ο συνδυασμός της Γεωστατιστικής και των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών.

Η δημιουργία επιφανειών με το Geostatistical Analyst περιλαμβάνει τα 3 ακόλουθα βήματα-κλειδιά:

1. Διερευνητική Χωρική Ανάλυση των Δεδομένων (Exploratory spatial data analysis).
2. Ανάλυση της δομής της επιφάνειας (structural analysis).
3. Πρόβλεψη επιφανειών και αιτιολόγηση των αποτελεσμάτων (Surface prediction and assessment of results).

Η διερευνητική χωρική ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιεί τις γνωστές τιμές των δεδομένων για μια συγκεκριμένη περιοχή και αναλύει στατιστικά τα δεδομένα αυτά δημιουργώντας το ιστόγραμμα, την ανάλυση της τάσης των τιμών των μεταβλητών, το γράφημα των Quartiles, τα γραφήματα της ημιπαραλλακτικότητας (semivariogram) και της παραλλακτικότητας (covariance).

Με το Geostatistical Analyst υπάρχει η δυνατότητα να δημιουργήσουμε προβλέψεις με μεγάλη ακρίβεια για τις θέσεις στην ίδια περιοχή όπου δεν έχουν μετρηθεί οι τιμές της μεταβλητής ή των μεταβλητών. Επιπλέον, με τη βοήθεια του εργαλείου αυτού αιτιολογούνται οι στατιστικές ιδιότητες των δεδομένων όπως η χωρική παραλλακτικότητα, οι επιπτώσεις από τη μεταβλητή αυτή και οι γεωγραφικές τάσεις των χαρακτηριστικών των τιμών.

Η γεωστατιστική ανάλυση των δεδομένων αποτελείται από δύο φάσεις: τη μοντελοποίηση του διαγράμματος της ημιπαραλλακτικότητας ή της παραλλακτικότητας των τιμών των εξεταζομένων ιδιοτήτων ή μεταβλητών της υπό εξέταση περιοχής και την εφαρμογή της γεωστατιστικής μεθόδου Krigging.

Μεγάλος αριθμός από επιμέρους μεθόδους Krigging είναι διαθέσιμος για τη δημιουργία συνεχών επιφανειών χωρικής παραλλακτικότητας στη Γεωστατιστική ανάλυση και περιλαμβάνει την Ordinary Kriging, τη Simple Kriging, την Universal Kriging, την Indicator Kriging, τη Propability Kriging και τη Disjunctive Kriging.

Για όλες τις παραμέτρους που μελετήθηκαν, προκειμένου να γίνει η πρόβλεψη των αγνώστων τιμών χρησιμοποιήθηκε ευρύτατα η μέθοδος Ordinary Kriging.

Το geostatistical analyst παρέχει ένα αριθμό συγκεκριμένων μοντέλων για την επιλογή του κατάλληλου. Αυτά τα μοντέλα είναι τα: Sphaerical, Circular, Tetraspherical, Pentaspherical, Exponential, Gaussian, Rational quadratic, Hole effect, K-Bessel, J-Bessel και Stable. Η επιλογή του μοντέλου επηρεάζει τη πρόβλεψη των αγνώστων τιμών, ιδιαίτερα όταν το σχήμα της καμπύλης διαφέρει σημαντικά. Κάθε μοντέλο είναι σχεδιασμένο ώστε να προσεγγίζει διαφορετικούς τύπους φαινομένων όσο το δυνατό καλύτερα.

Το διάγραμμα της ημιπαραλλακτικότητας (semivariogram/covariance wizard) χρησιμοποιήθηκε για να προσαρμοστεί το πιο κατάλληλο μοντέλο πρόβλεψης σε κάθε περίπτωση. Τα αποτελέσματα της εφαρμογής του καλύτερα προσαρμοσμένου μοντέλου, χρησιμοποιήθηκαν στη συνέχεια για να απεικονιστεί σε χάρτη η συνεχής επιφάνεια της εκτίμησης των αγνώστων τιμών κάθε παραμέτρου.

Ποικίλοι τύποι χαρτών μπορούν να παραχθούν με τη βοήθεια της Γεωστατιστικής ανάλυσης συμπεριλαμβανομένων των χαρτών πρόβλεψης, των χαρτών πιθανότητας και αυτών που αφορούν τα ενδεχόμενα λάθη που προκύπτουν από τη πρόβλεψη του πιο κατάλληλου μοντέλου.

Αν και είναι σχετικά απλό να δημιουργηθεί ένας χάρτης με τη χρησιμοποίηση της Γεωστατιστικής Ανάλυσης, είναι απαραίτητο να εφαρμόζονται ορισμένα βήματα – στάδια:

- Προσθήκη επιπέδων και παρουσίαση τους σε βάση δεδομένων στο ArcMap.
- Προσδιορισμός των στατιστικών ιδιοτήτων των δεδομένων.
- Επιλογή του κατάλληλου μοντέλου για τη δημιουργία επιφάνειας (ESDA).
- Στατιστική επιβεβαίωση του κατάλληλου μοντέλου.
- Σύγκριση των επιφανειών που δημιουργήθηκαν.

Εξέταση της χωρικής παραλλακτικότητας των δεδομένων

Ιστόγραμμα

Οι μέθοδοι χωρικής μεταβλητότητας που χρησιμοποιούνται για να δημιουργήσουν μια επιφάνεια, δίνουν πολύ καλά αποτελέσματα μόνο εάν τα δεδομένα ακολουθούν κανονική κατανομή (καμπύλη Gauss). Σε περιπτώσεις δεδομένων που δεν ακολουθείται κανονική κατανομή, γίνεται μετατροπή των τιμών προκειμένου να προσομοιάζουν με κανονική κατανομή.

Normal QQPlot

Το εργαλείο αυτό της γεωστατιστικής εφαρμόζεται προκειμένου να γίνει σύγκριση της διασποράς των δεδομένων και της απόκλισης αυτών από την κανονική κατανομή ως ένας επιπλέον δείκτης της κανονικότητας των δεδομένων. Όσο πλησιέστερα στη γραμμή βρίσκονταν τα σημεία, τόσο περισσότερο προσέγγιζε η διασπορά τους τη κανονική.

Cross Validation

Με τη βοήθεια του cross validation μπορεί να διαπιστωθεί εάν ένα μοντέλο προβλέπει ικανοποιητικά τις άγνωστες τιμές. Για όλα τα σημεία το Cross Validation επιλέγει ένα σημείο, προβλέπει τη τιμή αυτού χρησιμοποιώντας τα υπόλοιπα δεδομένα και κατόπιν συγκρίνει τις τιμές που έχουν μετρηθεί και αυτές που έχουν προβλεφθεί.

Το πιο σημαντικό αντικείμενο της αξιολόγησης αυτής είναι η δυνατότητα που παρέχει στο χρήστη να αποφασίσει πιο μοντέλο δίδει τις πιο ακριβείς προβλέψεις.

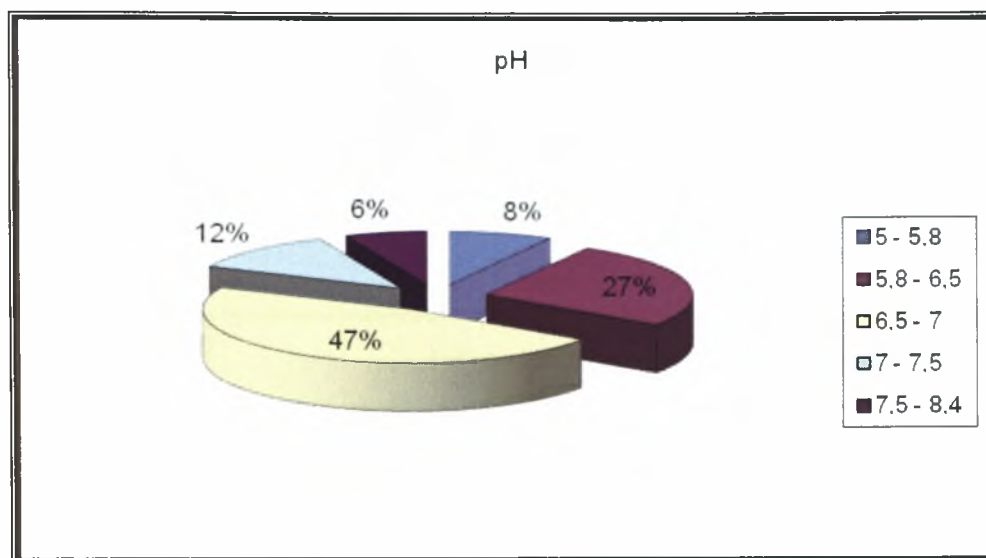
Η επιλογή του καταλληλότερου μοντέλου πραγματοποιείται λαμβάνοντας υπ' όψη τα ακόλουθα:

- Η τιμή του μέσου όρου να είναι όσο το δυνατό πιο κοντά στη τιμή μηδέν.
- Η τιμή των root-mean-square-error και η τιμή του average standard error να είναι όσο το δυνατό μικρές και να έχουν μικρή μεταξύ τους απόκλιση.
- Η τιμή των root-mean-square-standardized-error να είναι κοντά στη τιμή 1.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

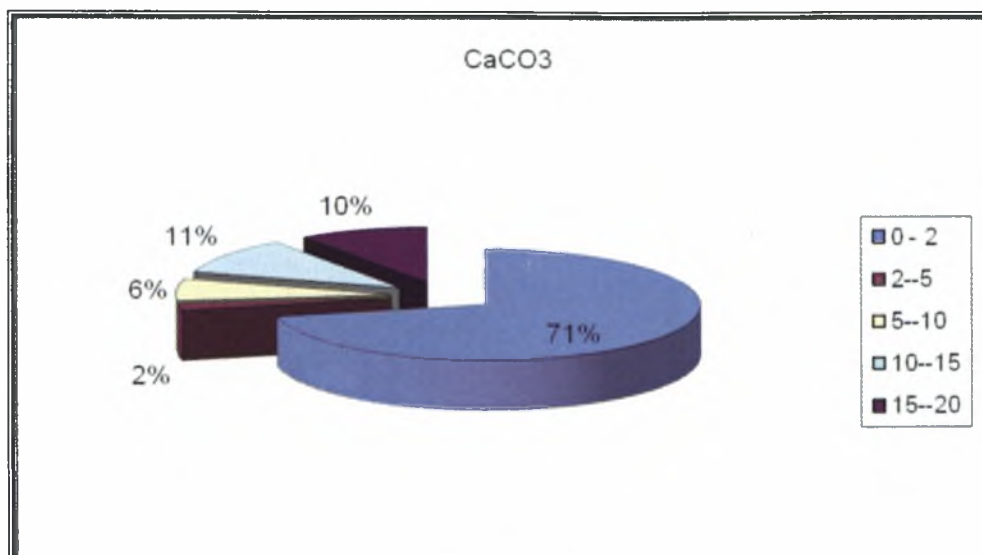
Στο διάγραμμα 1 που ακολουθεί παρουσιάζεται η ταξινόμηση των εδαφικών δειγμάτων με βάση την τιμή των pH.



Διάγραμμα 1

Παρατηρείται ότι το 47% των εδαφικών δειγμάτων έχει pH από 6,5 έως 7 και χαρακτηρίζονται ως ουδέτερα, το 27% των εδαφικών δειγμάτων έχει pH από 5,8 έως 6,5 και χαρακτηρίζονται ως μετρίως όξινα, το 12% των εδαφικών δειγμάτων έχει pH από 7 έως 7,5 και χαρακτηρίζονται ως ουδέτερα, το 8% των εδαφικών δειγμάτων έχει pH από 5 έως 5,8 και χαρακτηρίζονται ισχυρώς όξινα και το 6% των εδαφικών δειγμάτων από 7,5 έως 8,4 και χαρακτηρίζονται από ελαφρώς αλκαλικά έως μετρίως αλκαλικά.

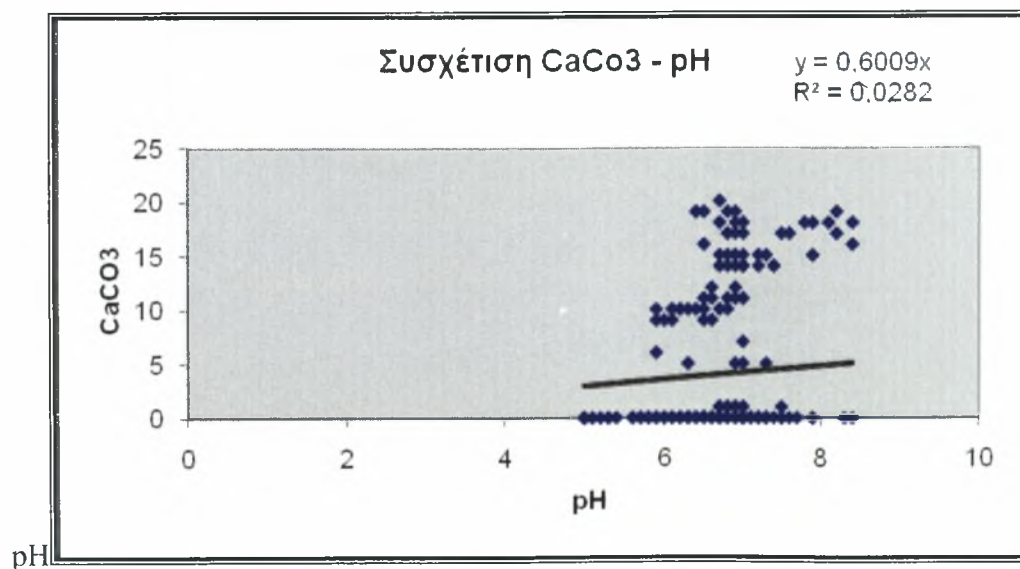
Στο διάγραμμα 2 που ακολουθεί παρουσιάζεται η ταξινόμηση των εδαφικών δειγμάτων με βάση το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου



Διάγραμμα 2

Παρατηρείται ότι το 71% των εδαφικών δειγμάτων περιέχει από 0% έως 2% CaCO_3 , το 11% των εδαφικών δειγμάτων περιέχει από 10% έως 15% CaCO_3 , το 10% των εδαφικών δειγμάτων περιέχει από 2% έως 5% CaCO_3 , το 6% των εδαφικών δειγμάτων περιέχει από 5% έως 10% CaCO_3 , και το 2% των εδαφικών δειγμάτων περιέχει από 15 έως 20% CaCO_3

Στο διάγραμμα 3 που ακολουθεί παρατηρείται ότι δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ του CaCO_3 και του



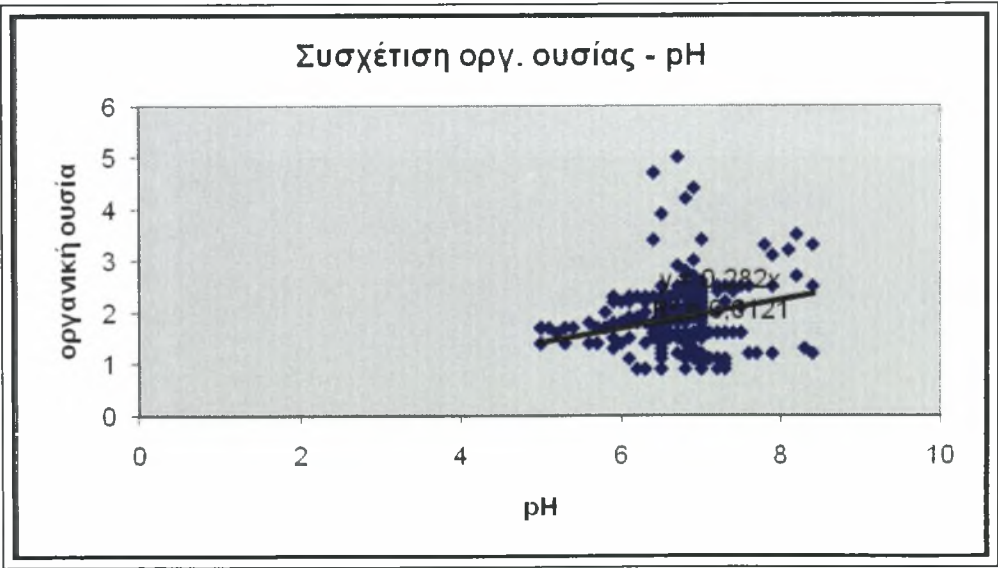
Στο διάγραμμα 4 που ακολουθεί παρουσιάζεται η ταξινόμηση των εδαφικών δειγμάτων μ βάση το ποσοστό της οργανικής ουσίας.



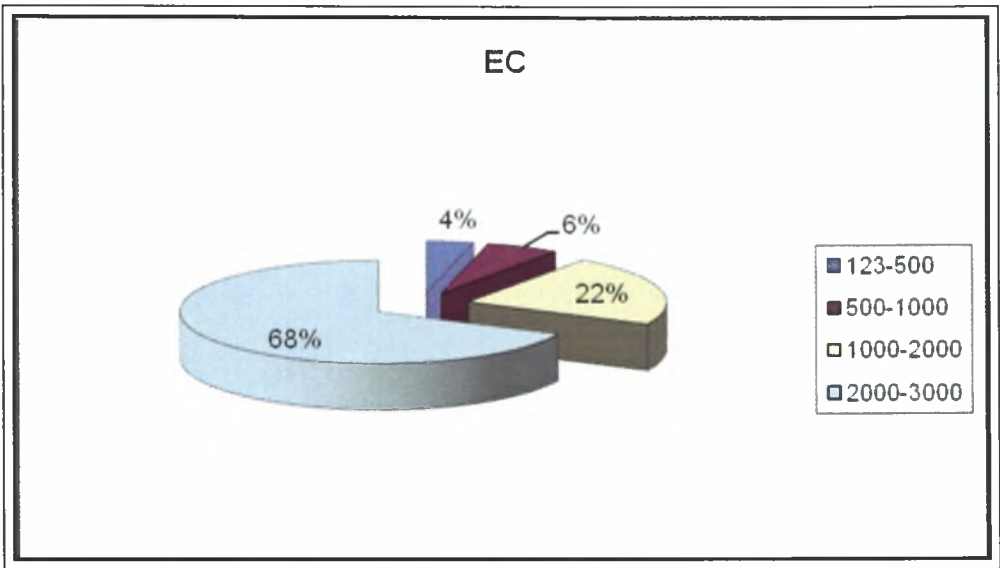
Διάγραμμα 4

Παρατηρείται ότι το 60% των εδαφικών δειγμάτων περιέχει οργανική ουσία από 0,9% έως 1,9% και χαρακτηρίζεται ως χαμηλή, το 32% των εδαφικών δειγμάτων περιέχει οργανική ουσία από 1,9% έως 2,5% και χαρακτηρίζεται ως μέση και το 8% των εδαφικών δειγμάτων περιέχει οργανική ουσία από 2,5% έως 5% και χαρακτηρίζεται ως μέση.

Στο διάγραμμα 5 που ακολουθεί παρατηρείται ότι δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της οργανικής ουσίας και του pH.



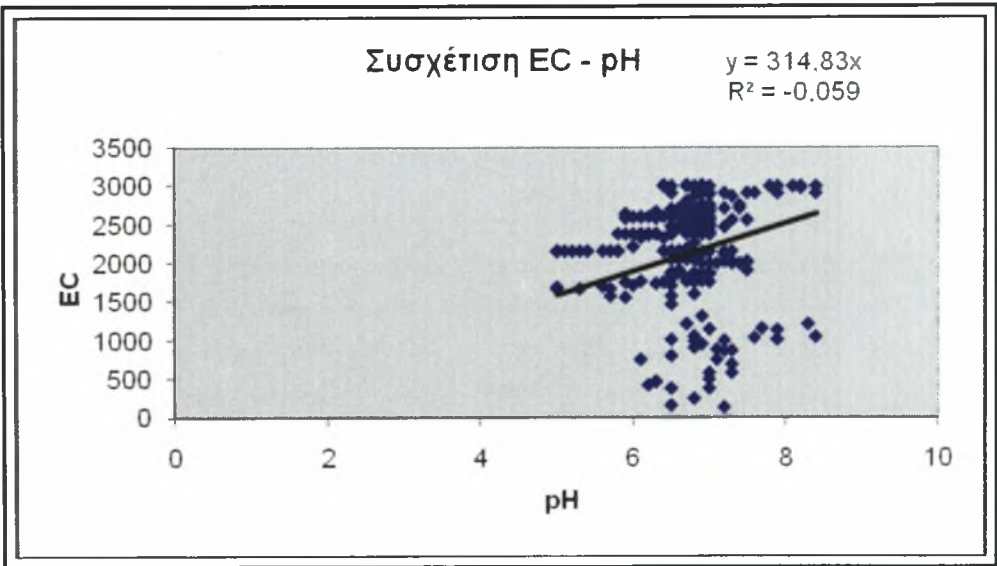
Στο διάγραμμα 6 που ακολουθεί παρουσιάζεται η ταξινόμηση των εδαφικών δειγμάτων με βάση το ποσοστό της ηλεκτρικής αγωγιμότητας.



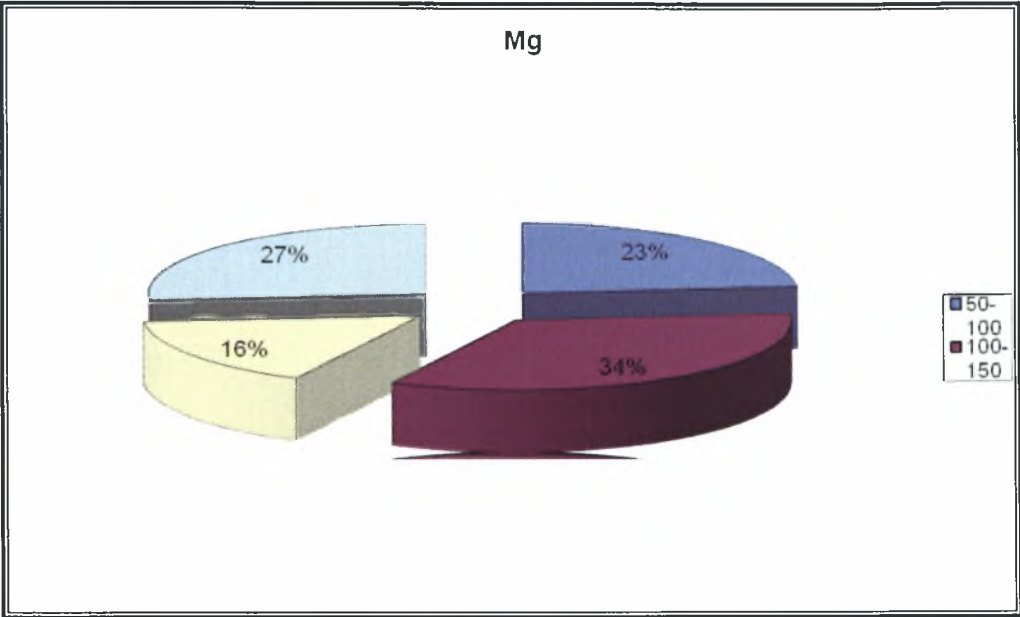
Διάγραμμα 6

Παρατηρείται ότι τι 68% των εδαφικών δειγμάτων έχει ηλεκτρική αγωγιμότητα από 2000μS/ cm έως 3000 μS/ cm, το 22% των εδαφικών δειγμάτων έχει ηλεκτρική αγωγιμότητα από 1000 μS/ cm έως 2000 μS/ cm, το 6% των εδαφικών δειγμάτων έχει ηλεκτρική αγωγιμότητα από 500 μS/ cm έως 1000 μS/ cm και το 4% των εδαφικών δειγμάτων έχει ηλεκτρική αγωγιμότητα από 123 μS/ cm έως 500 μS/ cm

Στο διάγραμμα 7 που ακολουθεί παρατηρείται ότι δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και του pH.



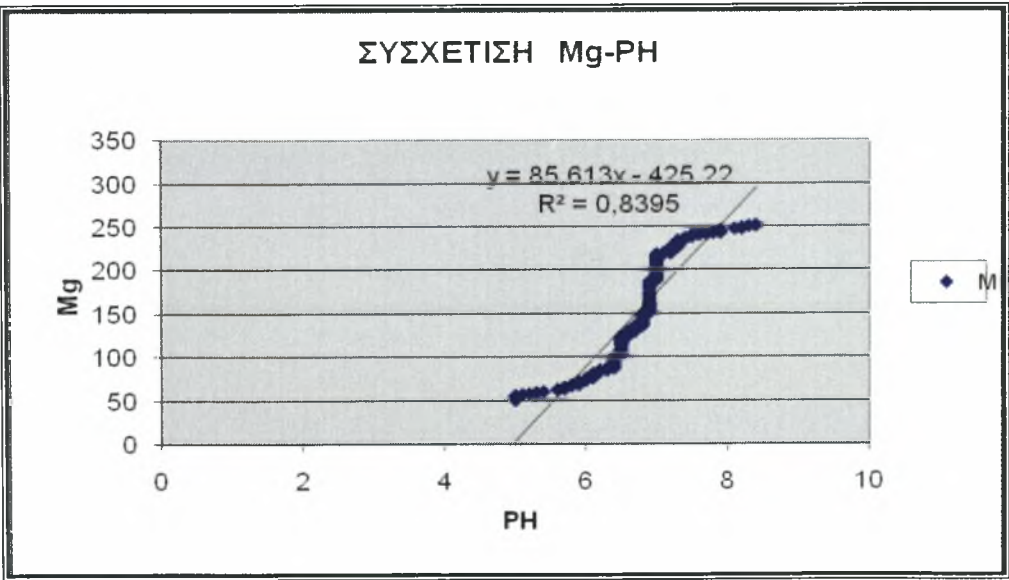
Στο διάγραμμα 8 που ακολουθεί παρουσιάζεται η ταξινόμηση των εδαφικών δειγμάτων με βάση τη συγκέντρωση μαγνησίου



Διάγραμμα 8

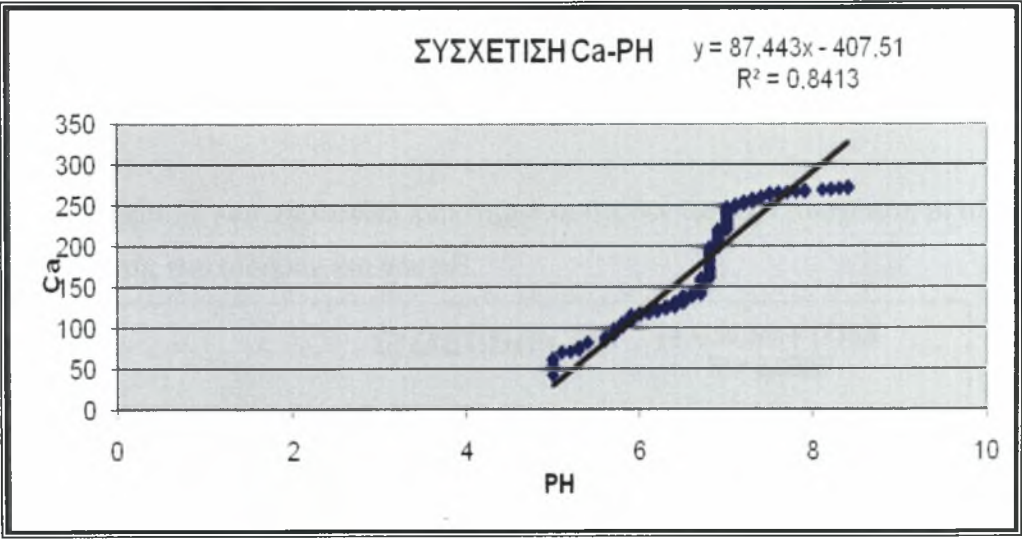
Παρατηρείται ότι το 34% των εδαφικών δειγμάτων περιέχει από 100 mg/gr ξηρού εδάφους έως 150 mg/gr ξηρού εδάφους, το 27% των εδαφικών δειγμάτων περιέχει από 200 mg/gr ξηρού εδάφους έως 251 mg/gr ξηρού εδάφους, το 23% των εδαφικών δειγμάτων περιέχει από 50 mg/gr ξηρού εδάφους έως 100 mg/gr ξηρού εδάφους και το 16% των εδαφικών δειγμάτων περιέχει από 150 mg/gr ξηρού εδάφους έως 200 mg/gr ξηρού εδάφους.

Στο διάγραμμα 9 που ακολουθεί παρατηρείται ότι δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της συγκέντρωσης μαγνησίου και του pH.

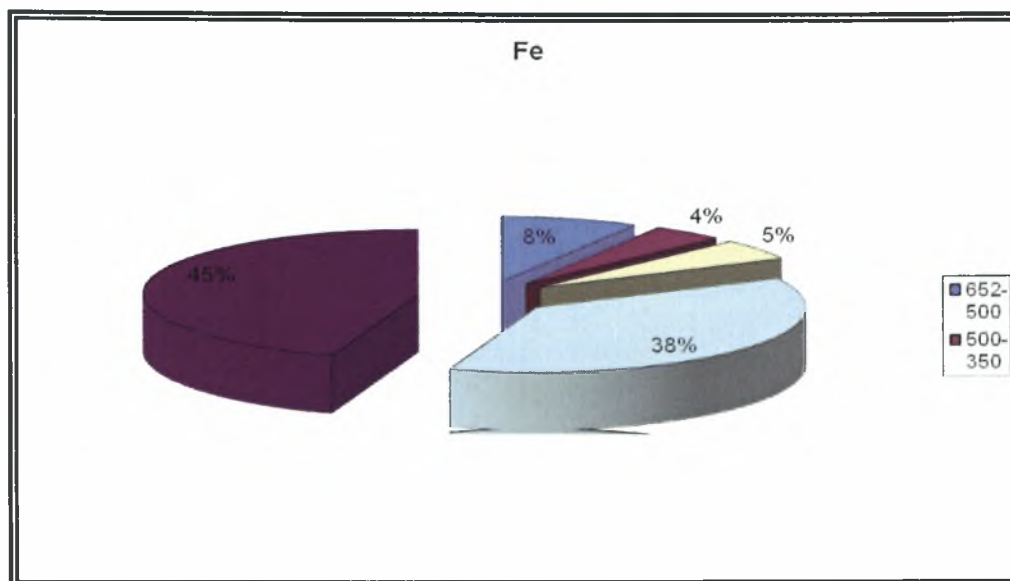


Στο διάγραμμα 10 που ακολουθεί παρουσιάζεται η ταξινόμηση των εδαφικών δειγμάτων με βάση τη συγκέντρωση ασβεστίου

Στο διάγραμμα 11 που ακολουθεί παρατηρείται ότι δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της συγκέντρωσης του ασβεστίου και του pH.



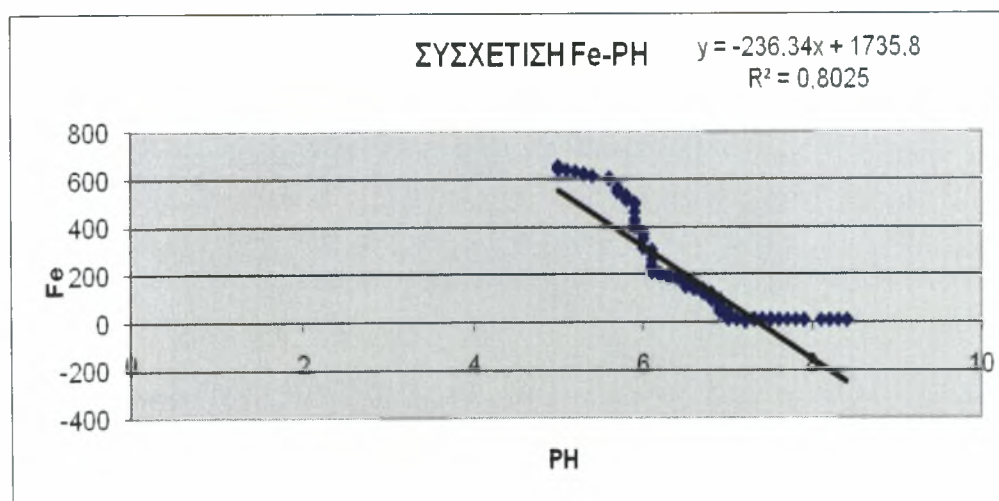
Στο διάγραμμα 12 που ακολουθεί παρουσιάζεται η ταξινόμηση των εδαφικών δειγμάτων με βάση τη συγκέντρωση σιδήρου



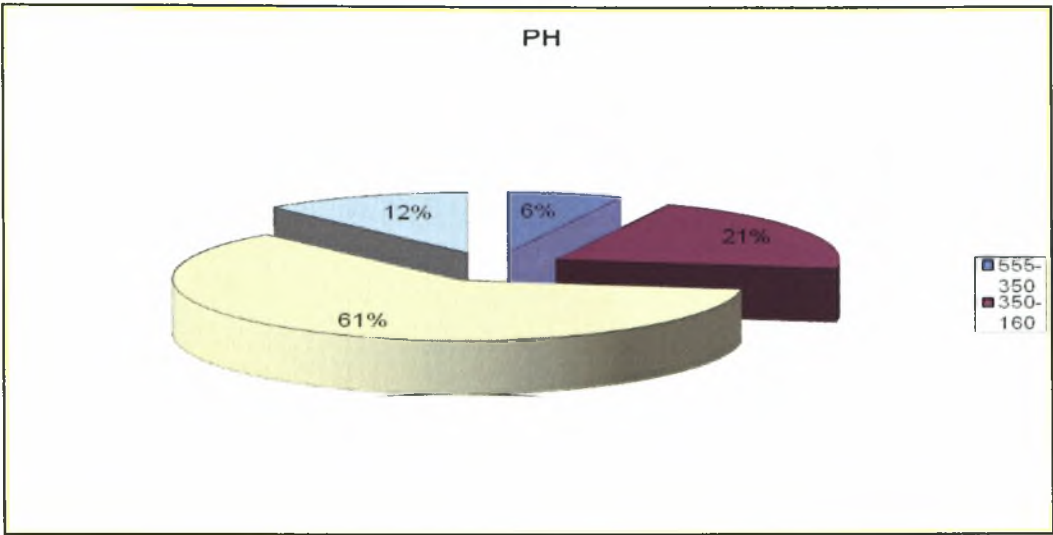
Διάγραμμα 12

Παρατηρείται ότι το 45% των εδαφικών δειγμάτων περιέχει από 10mg/gr ξηρού εδάφους έως 100 mg/gr ξηρού εδάφους, το 38% των εδαφικών δειγμάτων περιέχει από 100mg/gr ξηρού εδάφους έως 200 mg/gr ξηρού εδάφους, το 8% των εδαφικών δειγμάτων έως περιέχει από 500mg/gr ξηρού εδάφους 652 mg/gr ξηρού εδάφους, το 5% των εδαφικών δειγμάτων περιέχει από 200mg/gr ξηρού εδάφους 350 mg/gr ξηρού εδάφους, το 4% των εδαφικών δειγμάτων περιέχει από 350mg/gr ξηρού εδάφους έως 500 mg/gr ξηρού εδάφους.

Στο διάγραμμα 13 που ακολουθεί παρατηρείται ότι δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της συγκέντρωσης του σιδήρου και του pH.



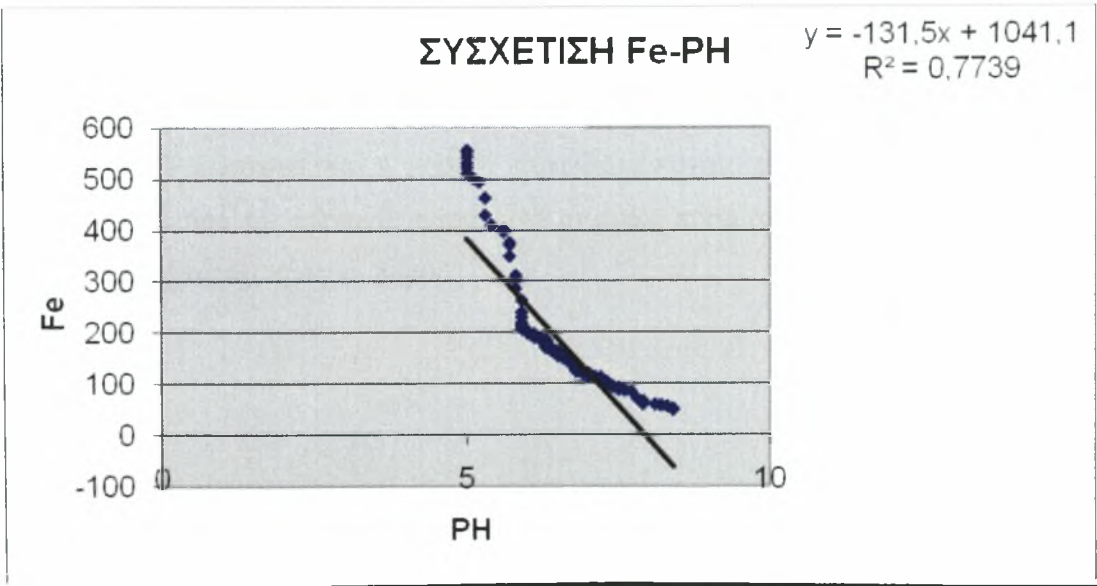
Στο διάγραμμα 14 που ακολουθεί παρουσιάζεται η ταξινόμηση των δειγμάτων βαμβακιού με βάση τη συγκέντρωση σιδήρου.

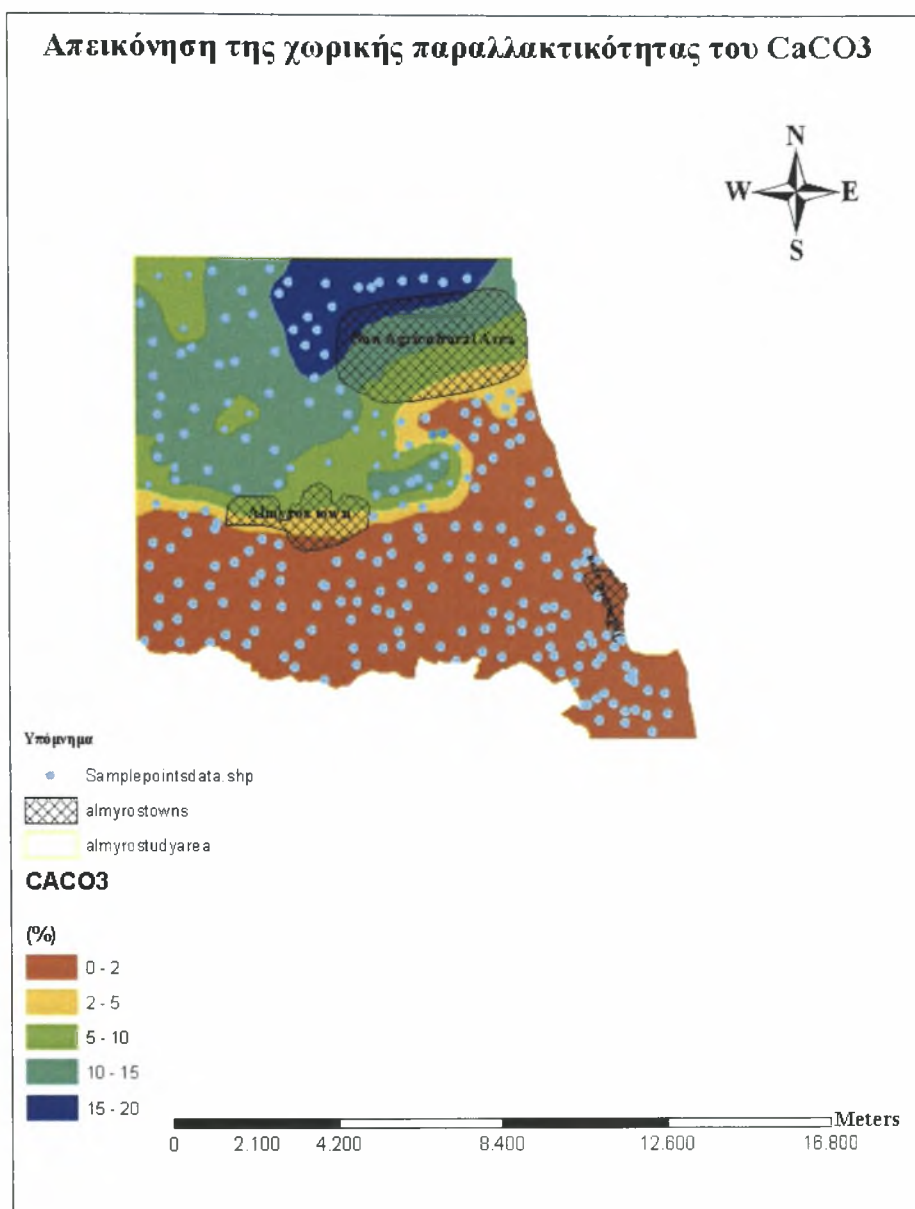


Διάγραμμα 14

Παρατηρείται ότι το 61% των δειγμάτων βαμβακιού περιέχει από 100mg/gr ξηρού δείγματος βαμβακιού έως 160mg/gr ξηρού δείγματος βαμβακιού, το 21% των δειγμάτων βαμβακιού περιέχει από 160mg/gr ξηρού δείγματος βαμβακιού έως 350mg/gr ξηρού δείγματος βαμβακιού, το 12% των δειγμάτων του βαμβακιού περιέχει από 49mg/gr ξηρού δείγματος βαμβακιού έως 100mg/gr ξηρού δείγματος βαμβακιού και τέλος το 6% των δειγμάτων του βαμβακιού περιέχει από 350 mg/gr ξηρού δείγματος βαμβακιού έως 555 mg/gr ξηρού δείγματος βαμβακιού.

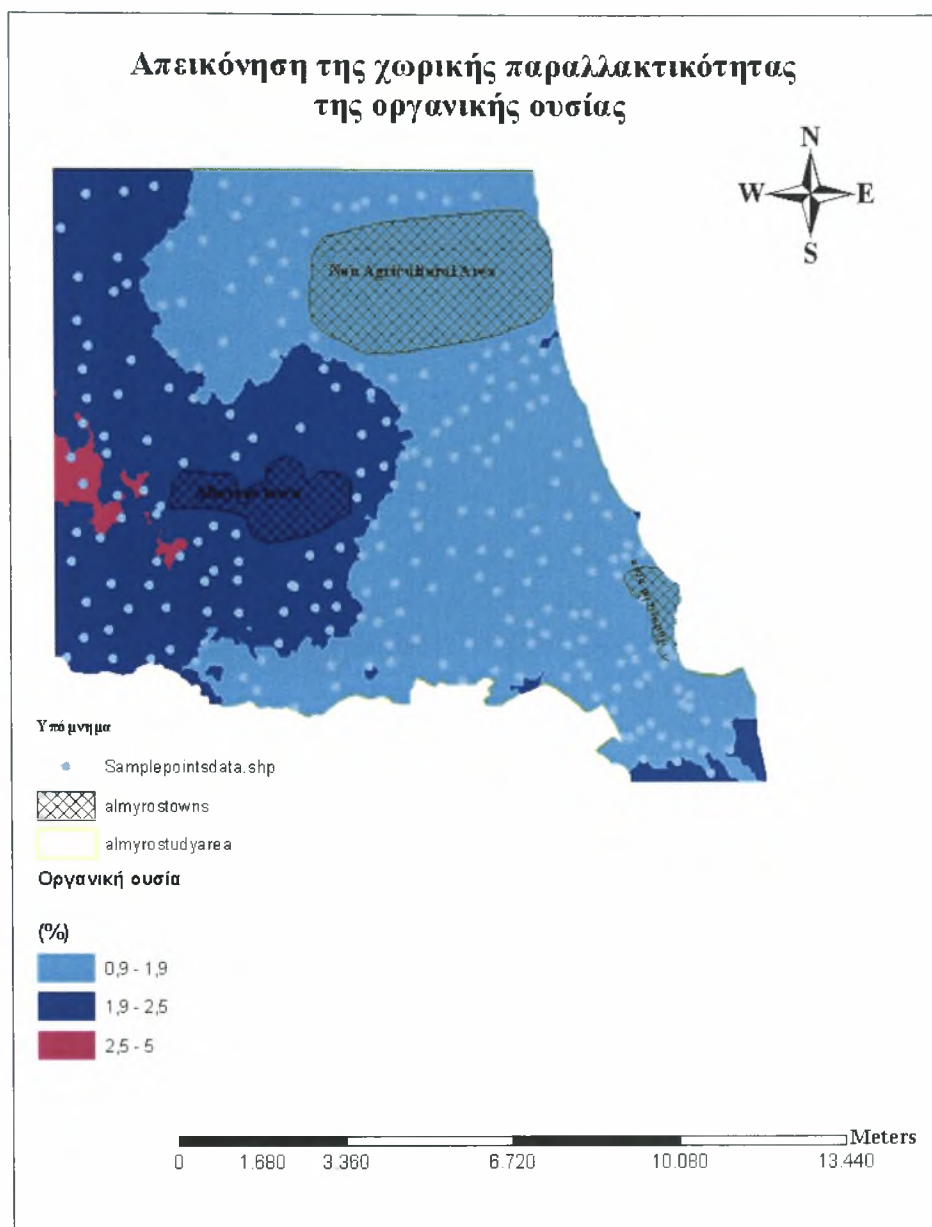
Στο διάγραμμα 15 που ακολουθεί παρατηρείται ότι δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της συγκέντρωσης του σιδήρου στο βαμβάκι και του pH.





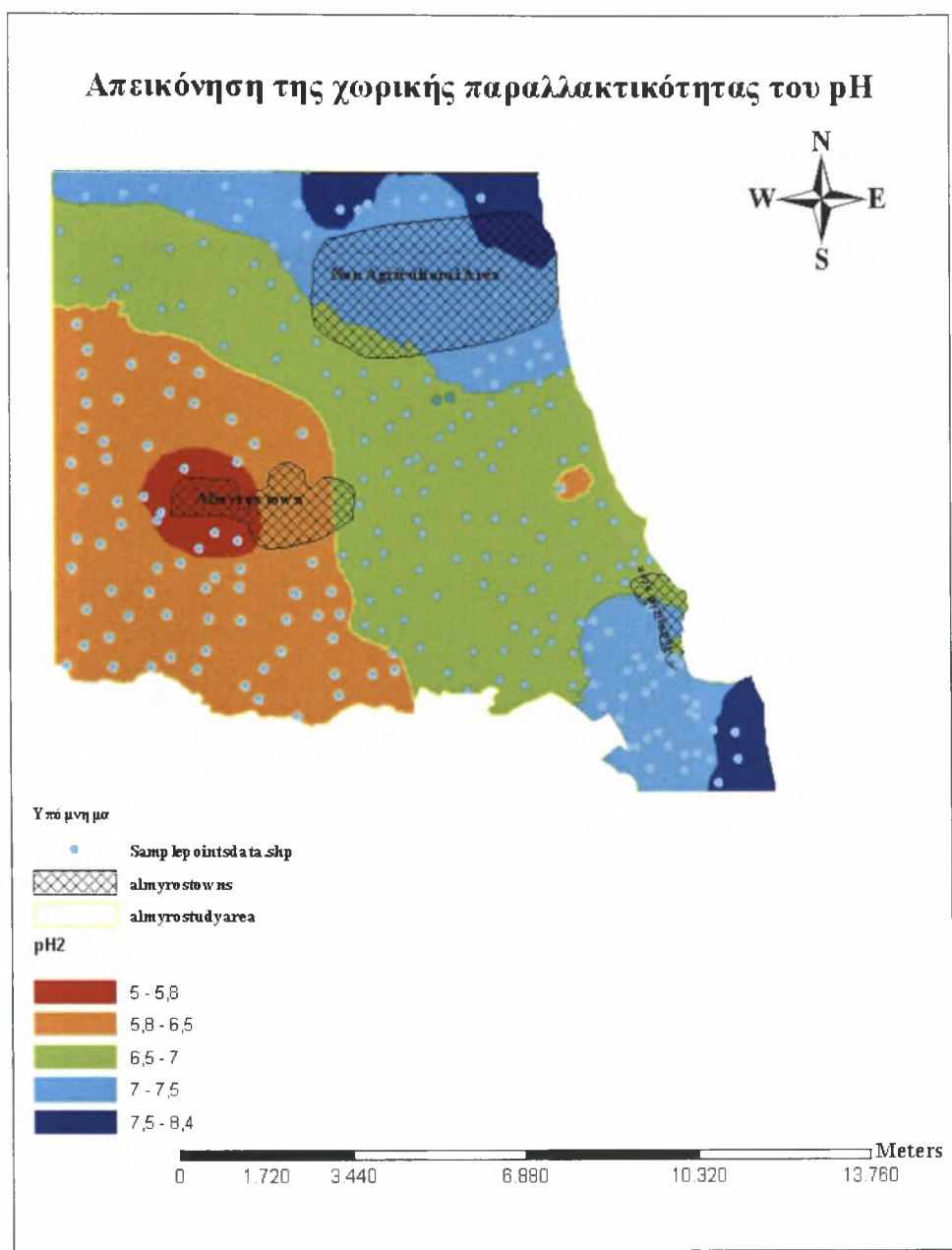
Χάρτης 1: Απεικόνιση της χωρικής παραλλακτικότητας του CaCO_3

Στον χάρτη 1 απεικονίζεται η χωρική παραλλακτικότητα του ποσοστού του CaCO_3 . Στη νότια πλευρά της περιοχής παρατηρείται μικρό ποσοστό CaCO_3 ενώ το ποσοστό σταδιακά αυξάνεται προς το βορρά



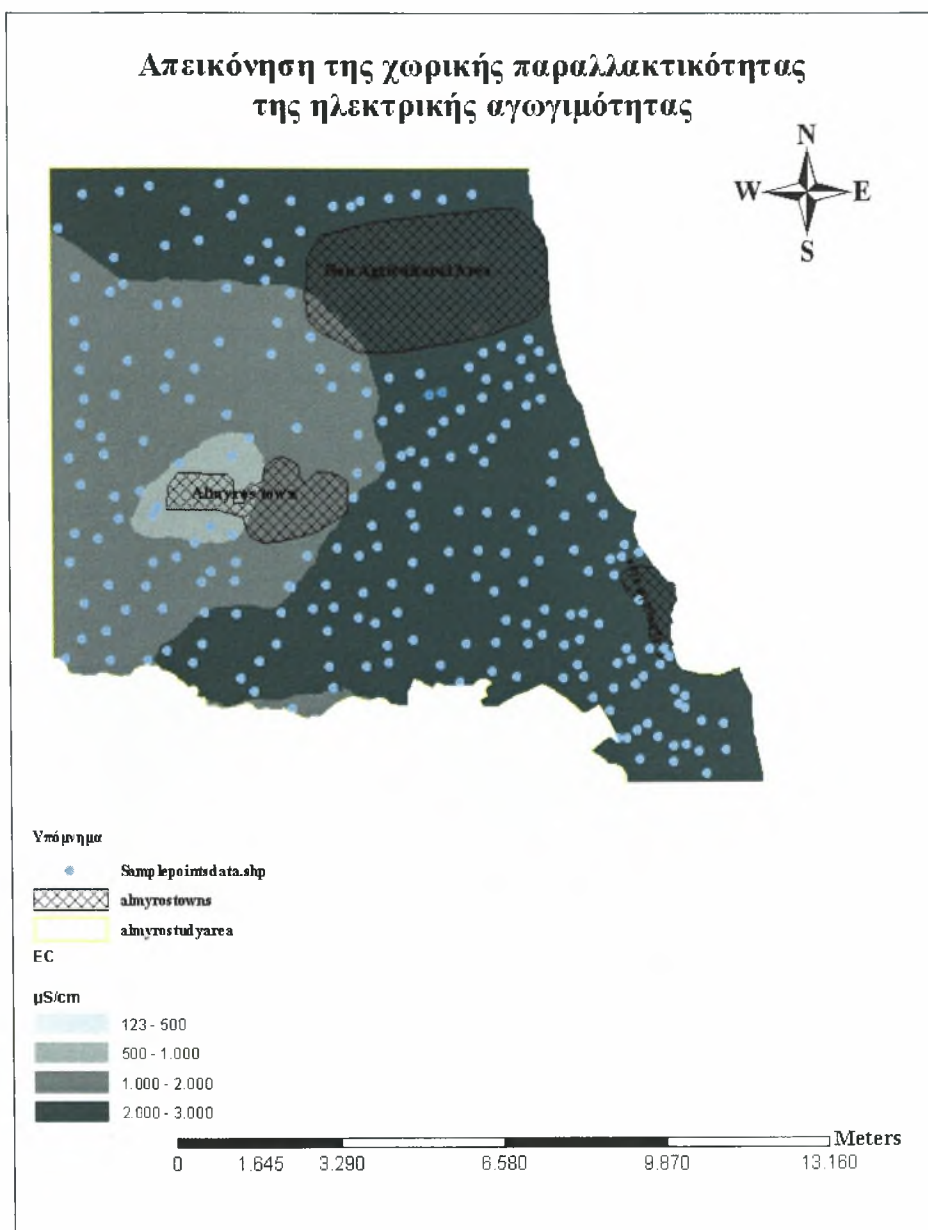
Χάρτης 2: Απεικόνιση της χωρικής παραλλακτικότητας της οργανικής ουσίας

Στον χάρτη 2 απεικονίζεται η χωρική παραλλακτικότητα της οργανικής ουσίας. Βάσει αυτού παρατηρείται ένα μικρό ποσοστό αυξημένης οργανικής ουσίας στα δυτικά της περιοχής ενώ ανατολικά η οργανική ουσία βρίσκεται σε μικρό ποσοστό.



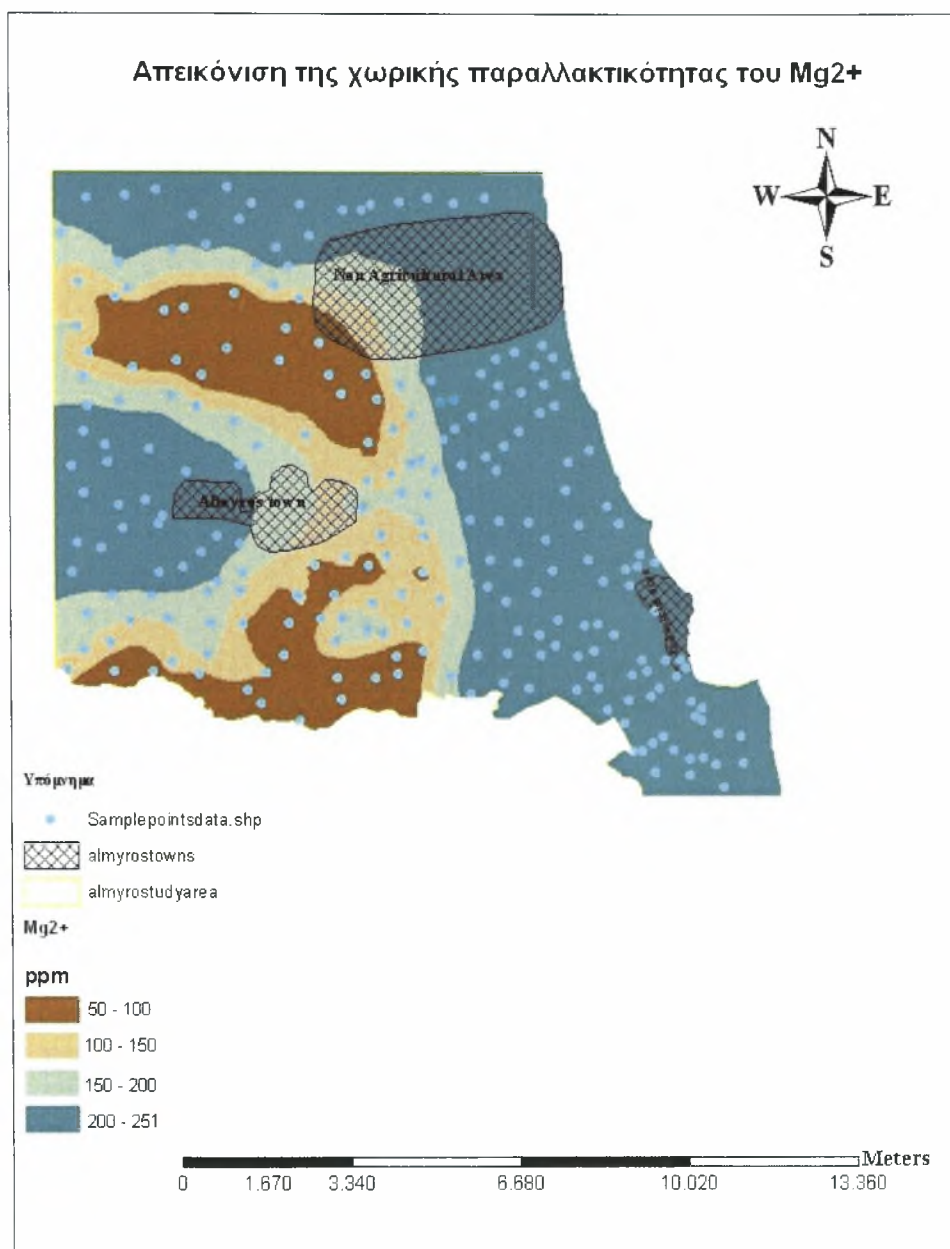
Χάρτης 3: Απεικόνιση της χωρικής παραλλακτικότητας του pH

Στο χάρτη 3 απεικονίζεται η χωρική παραλλακτικότητα του pH. Βάσει αυτού παρατηρείται ότι δυτικά της περιοχής τα εδάφη είναι όξινα και ελαφρώς όξινα ενώ ανατολικά της περιοχής τα εδάφη χαρακτηρίζονται ως αλκαλικά και ελαφρώς αλκαλικά.



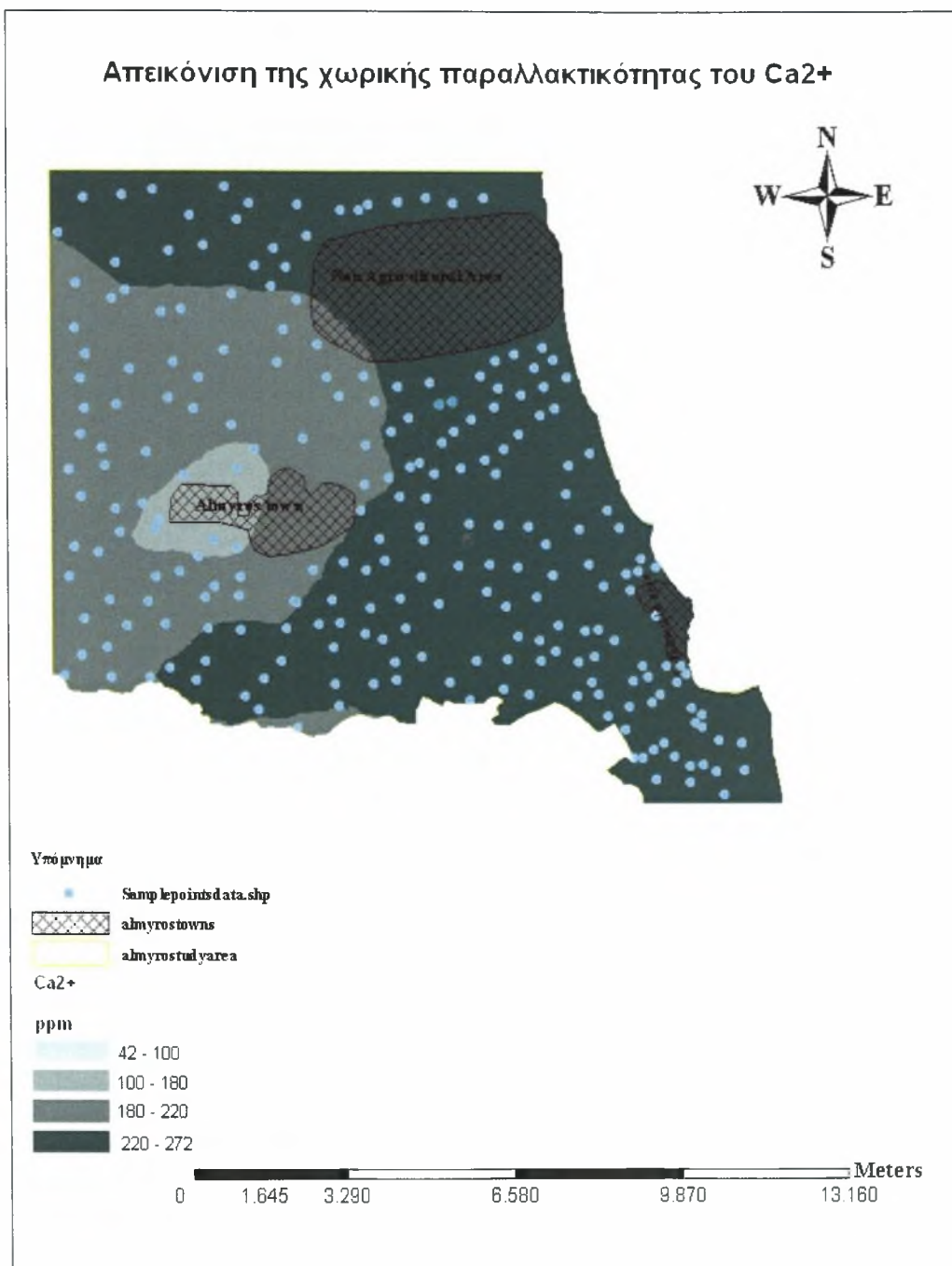
Χάρτης 4: Απεικόνιση της χωρικής παραλλακτικότητας της ηλεκτρικής αγωγιμότητας

Στον χάρτη 4 απεικονίζεται η χωρική παραλλακτικότητα της ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Βάσει αυτού παρατηρείται μικρή ποσότητα ηλεκτρικής αγωγιμότητας στα δυτικά της περιοχής ενώ στα ανατολικά παρατηρείται μεγάλη ποσότητα.



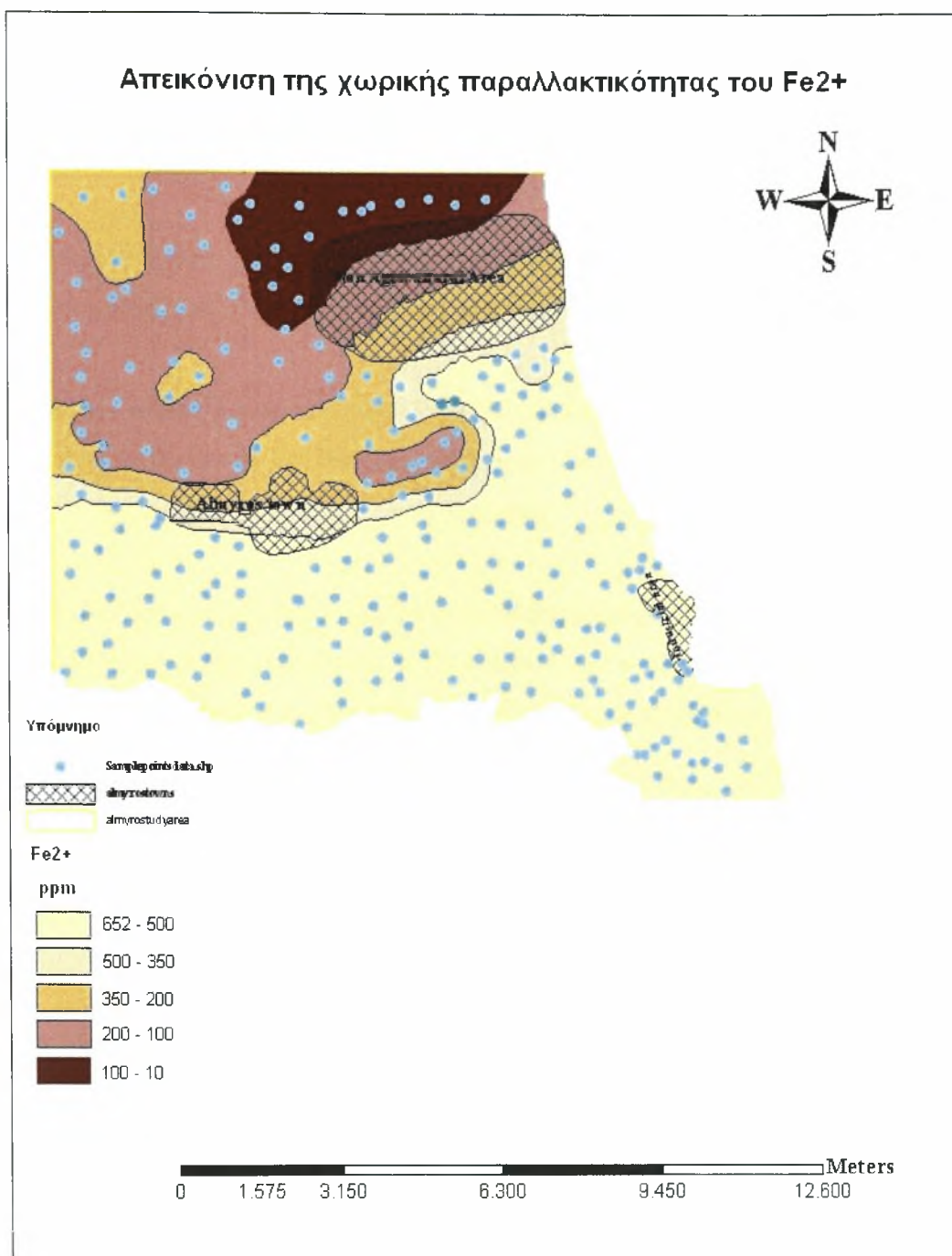
Χάρτης 5: Απεικόνιση της χωρικής παραλλακτικότητας του Mg

Στον χάρτη 5 απεικονίζεται η χωρική παραλλακτικότητα του Mg. Βάσει αυτού παρατηρείται ότι σε ένα μικρό κομμάτι στα δυτικά έχουμε υψηλή συγκέντρωση Mg. Στα ανατολικά της περιοχής παρατηρείται υψηλή συγκέντρωση Mg.



Χάρτης 6: Απεικόνιση της χωρικής παραλλακτικότητας του Ca

Στον χάρτη 6 απεικονίζεται η χωρική παραλλακτικότητα του Ca. Βάσει αυτού παρατηρείται μικρή ποσότητα ασβεστίου στα δυτικά της περιοχής ενώ στα ανατολικά παρατηρείται μεγάλη ποσότητα.



Χάρτης 7: Απεικόνιση της χωρικής παραλλακτικότητας του Fe

Στον χάρτη 7 απεικονίζεται η χωρική παραλλακτικότητα του Fe. Στη νότια πλευρά της περιοχής παρατηρείται μικρό ποσοστό Fe ενώ το ποσοστό αυξάνεται σταδιακά προς το βορρά

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα εδάφη που βρίσκονται στο δυτικό κομμάτι της περιοχής μελέτης χαρακτηρίζονται ως όξινα(5,8 - 6,5) και ισχυρώς όξινα(5 - 5,8), ενώ τα εδάφη του ανατολικού τμήματος που γειτνιάζει με τον Παγασητικό Κόλπο χαρακτηρίζονται ως αλκαλικά(7,5-8,4) και ελαφρώς αλκαλικά(7 -7,5).

Χαμηλό ποσοστό ανθρακικού ασβεστίου παρατηρείται στο νότιο τμήμα της περιοχής μελέτης ενώ προχωρώντας προς το βορρά το ποσοστό του σταδιακά αυξάνεται.

Το χαμλότερο ποσοστό οργανικής ουσίας παρατηρείται στο τμήμα της περιοχής μελέτης που συνορεύει με τον Παγασητικό Κόλπο. Στο δυτικό μέρος παρατηρείται μικρή αύξηση του ποσοστού της οργανικής ουσίας.

Χαμηλότερες τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας παρατηρήθηκαν στο δυτικό τμήμα της περιοχής μελέτης, ενώ προχωρώντας προς τα ανατολικά σταδιακά αυξάνεται. Οι υψηλότερες τιμές βρίσκονται στο τμήμα που γειτνιάζει με τον Παγασητικό Κόλπο.

Στο τμήμα που γειτνιάζει με τον Παγασητικό Κόλπο παρατηρούνται υψηλές συγκεντρώσεις μαγνησίου, ασβεστίου και σιδήρου καθώς επίσης και σε ένα μικρό τμήμα στα δυτικά της περιοχής μελέτης. Στο εδιάμεσο τμήμα της περιοχής παρατηρούνται μικρές και μέσες συγκεντρώσεις.

Παρατηρείται ισχυρή συσχέτιση μεταξύ του pH και των επιπέδων μαγνησίου, ασβεστίου και σιδήρου. Δηλαδή σε περιοχές με υψηλές τιμές pH , οι οποίες παρατηρήθηκαν ανατολικά και νότια της περιοχής μελέτης, τα εδαφικά δείγματα παρουσιάστηκαν εμπλουτισμένα με μαγνήσιο, ασβέστιο και σίδηρο αντίστοιχα. Τα ίδια αποτελέσματα παρουσιάστηκαν και στο βαμβάκι.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

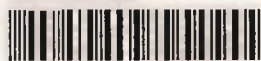
- -Addiscott T.M. and Thomas, D. 2000. Tillage, mineralization and leaching: phosphate. *Soil & Tillage Research* 53:255-273.
- -Addiscott , T.M., and Benjamin , N. 2004. Nitrate and Health. Πρακτικά 10^{ου} Πανελλήνιου Εδαφολογικού Συνεδρίου, Βόλος. σελ. 215-230.
- -Addiscott, T.M., Whitemore A.P., and Powlson, D.S. 1991. FARMING, FERTILLIZERS AND The Nitrate Problem. C.A.B.
- -Αναλογίδης, 2000. Έδαφος, θρεπτικά στοιχεία και φυτική παραγωγή. Εκδόσεις Αγρότυπος Α.Ε., Αθήνα.
- -Bezdicsek D.F., and Kenedy A.C. 1998. in *Microorganisms in Action* (eds. JM Lynch & JE Hobbie). Blackwell Scientific Publications.
- -Borling, K., Otabbong E., and Barberis E.. 2001. Phosphorus sorption in relation to soil properties in some cultivated Swedish soils. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 59: 39-46.
- -Bouabid, R., Badraoui, M., and Bloom, P.R 1991. Potassium fixation and charge characteristics of soil clays. *Soil Science Society America Journal* 5: 1493-1498.
- -Brady, N.C. and Weil,R.R. 2003. *Elements of the Nature and Properties of Soils* Second Edition , Prentice Hall, 2edition, pp. 624.
- -Brandy, N.C. and Weil,R.R. 1996. *The Nature and Properties of Soils*, 11th Ed.
 - Pentice Hall, NJ.
- -Buol, S.W., Southard, R.J., Graham, R.C.and McDaniel, P.A. 2002. *Soil Genesis and Classification* , Iowa State Press ;5th edition pp. 494.
- -Cornell, R.M. and Schwertmann, U.1996.The iron oxides. VCH Publishers, Weinheim, pp. 573.
- -Fanning, D.S. and Fanning, M.C.B. 1989.*Soil:Morphology,Genesis and Classification*. Wiley and Sons pp. 416.
- -Foth, H. D. 1990. *Fundamentals of Soil Science*. Wiley and Sons, pp. 384.

- -Halvin, J.L., Beaton, J.D., Tisdale S.L., and Nelson W.L. 1999. Soil Fertility and Fertilizers. An Introduction to Nutrient Mamagement. 6th Edition, Pentice Hall.
- -Hausenbuiller, R.L. 1985. Soil Science, Principles and Practices. 3th Edition, WCB.





ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000104290